



**TUGAS AKHIR - TM141585**

**PERANCANGAN *FRAME* MESIN *PRESS* HIDROLIK  
UNTUK PROSES *IRONING* SELONGSONG PELURU  
KALIBER 20 MILIMETER**

**DONI YUNANSHA  
NRP 2110100008**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. -Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT - TM141585**

# **DESIGNING OF HYDRAULIC PRESS MACHINE FRAME FOR IRONING PROCESS OF 20 MILLIMETER CALIBER BULLET CASE**

**DONI YUNANSHA**  
**NRP 2110100008**

Academic Supervisor  
Prof. Dr. -Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

**PERANCANGAN *FRAME* MESIN *PRESS* HIDROLIK  
UNTUK PROSES *IRONING* SELONGSONG PELURU  
KALIBER 20 MILIMETER**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Manufaktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**DONI YUNANSHA**  
NRP. 2110 100 008

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng.  
(NIP. 195811061986011002) ..... (Pembimbing)
2. Prof. Dr. Ing. Suhardjono, M.Sc.  
(NIP. 196206041987011001) ..... (Penguji I)
3. Dr. Ir. Agus Sigit P., DEA  
(NIP. 196508101991021001) ..... (Penguji II)
4. Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. .... (Penguji III)

**SURABAYA  
JULI 2015**

# **PERANCANGAN *FRAME* MESIN *PRESS* HIDROLIK UNTUK PROSES *IRONING* SELONGSONG PELURU KALIBER 20MM**

**Nama Mahasiswa** : Doni Yunansha  
**NRP** : 2110100008  
**Jurusan** : Teknik Mesin  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. –Ing. Ir. I Made Londen  
Batun, M.Eng

## **Abstrak**

*Hingga saat ini produksi peluru nasional hanya bisa memenuhi sekitar 1/6 dari total kebutuhan peluru militer Indonesia. Untuk memenuhi kekurangan tersebut maka diperlukan sebuah mesin press yang dapat digunakan untuk membuat selongsong peluru. Pada saat ini di kampus ITS terdapat sebuah mesin press hidrolik, akan tetapi frame mesin press tersebut tidak kuat untuk menopang gaya yang terjadi pada proses ironing. Untuk itu dilakukan pengembangan frame mesin press tersebut, agar sesuai dengan kebutuhan proses ironing selongsong peluru kaliber 20mm. Pengembangan dilakukan melalui tahap studi literatur; pengembangan 3 buah konsep alternatif, pemilihan konsep, analisa tegangan dan defleksi frame. Tahapan terakhir adalah perancangan komponen secara detail dari konsep terpilih dan perancangan proses pembuatannya.*

*Dari tugas akhir ini didapat hasil berupa rancangan frame mesin press hidrolik dengan jenis struktur closed-frame empat pilar dengan penampang melintang persegi yang dibuat menggunakan plat baja dengan ketebalan 10*

*mm dan baja profil WF. Bagian bed dan dudukan aktuator hidrolik dibuat menggunakan plat dengan tebal 30mm sebagai alasnya dan diperkuat dengan sirip-sirip setebal 10 mm yang diposisikan tegak lurus terhadap alas. Bed dengan ukuran 550 mm x 450 mm dan tinggi permukaan 530 mm dari tanah dilengkapi dengan lubang berdiameter 40 mm di bagian tengah dan sebuah ramp di bagian dalam agar selongsong peluru hasil ironing dapat jatuh dengan sendirinya ke dalam wadah terpisah. Frame memiliki dimensi dimensi keseluruhan 1050mm x 590mm x 1637mm.*

*Berdasarkan hasil analisa tegangan didapatkan tegangan maksimum sebesar 13,1 MPa yang terjadi pada bagian dudukan aktuator dan faktor keamanan terendah yang diperoleh adalah 15,76, berada di atas faktor keamanan perancangan sebesar 3. Defleksi maksimum yang terjadi pada dies adalah 0,3 mikron. Berada di bawah defleksi maksimum yang diijinkan sebesar 13 mikron..*

*Proses pembuatan frame dibagi menjadi 4 tahap, yaitu proses pembuatan bed, proses pembuatan dudukan aktuator, proses pembuatan pilar, dan proses penyambungan komponen. Material yang digunakan dalam proses pembuatan ini adalah baja St37 dengan bentuk profil WF dengan standar ukuran 200 mm x 100 mm dan bentuk plat dengan ketebalan 10mm dan 30mm. Proses machining dilakukan dengan mesin milling, sedangkan proses penyambungan dilakukan dengan pengelasan.*

***Kata kunci: frame, mesin press, selongsong peluru, tegangan, defleksi***

# **DESIGNING OF HYDRAULIC PRESS MACHINE FRAME FOR IRONING PROCESS OF 20 MM CALIBER BULLET CASE**

**Name** : Doni Yunansha  
**NRP** : 2110100008  
**Department** : Mechanical Engineering  
**Advisor** : Prof. Dr. –Ing. Ir. I Made Londen  
Batun, M.Eng

## **Abstract**

*Until now, the national production of bullet can only meet about 1/6 of the total needs of the Indonesia military. To meet the shortfall we need a press machine which can be used to make a bullet case. At this point in ITS already there is a hydraulic press machine. However, the frame was not strong enough to support the forces that occur in the ironing process. Therefore, we made a development of the press machine frame, to fit the needs of the ironing process of 20mm caliber bullet case. The development is carried out through the study of literatures, the development of 3 alternative concepts, the selection of concepts, analysis of stress and deflection of the frame by using a software, and the last stage is the designing of the components of the selected concept and planning of the manufacturing process.*

*The result obtained from this final project is the design of hydraulic press machine frame with four pillars closed-frame structure type and rectangular cross section created using steel plates with a thickness of 10 mm and WF profile steels. The bed and the hydraulic actuator holder is created using a 30 mm plate as its base and reinforced with a 10 mm*

*thick ribs which is positioned perpendicular to the base. A bed with a size of 550 mm x 450 mm and surface level of 530 mm equipped with 40 mm diameter hole in the center and a ramp on the inside so that the bullet case can fall into a separated container. The frame have overall dimensions of 1050mm x 590mm x 1637mm.*

*Maximum stress obtained in stress analysis amounted to 13.1 MPa happens on the actuator holder and the lowest safety factor obtained is 15,76, is above the design safety factor of 3. Maximum deflection happens on the dies is 0,3 microns. Is under the maximum allowable deflection of 13 microns.*

*The making process of the frame is divided into 4 stages. That is the making process of the bed, the making process of actuator holder, the making process of the pillar, and the process of joining the components. The material used in the making of this frame is 200mm x 100mm WF-profile stee and St37 steel plates with thickness of 10mm and 30mm. Machining processes are performed with the milling machine, whereas the joining process is done by welding.*

***Key words: frame, press machine, bullet case, stress, deflection***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan limpahan rahmat –Nya bagi penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Atas bantuan berbagai pihak dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

- Kedua orang tua, Bapak Ir. Istianto, M.Eng. dan Ibu Moedjiati, serta kakak tercinta Linda Maysha, S.Psi. atas segala dukungan dan motivasi yang telah diberikan.
- Prof. Dr.Ing. I Made Londen Batan, M.Eng. selaku dosen pembimbing dalam penulisan tugas akhir ini.
- Prof. Dr.Ing. Suhardjono, M.Sc., Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA., dan Ari Kurniawan Saputra, ST., MT. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
- Bapak Akhmad Faizin, Bapak Mazruki Kabib, dan mas Nushron atas segala bimbingannya.
- U.D. Tri Laksana AIA yang telah memfasilitasi penulis dalam melakukan studi lapangan.
- *Best partner* Gandi Widhi Artha dan teman-teman seperjuangan Tugas Akhir.
- Warga Lab. Perancangan dan Pengembangan Produk.
- Teman-teman SMRM khususnya angkatan M53.
- Teman-teman mahasiswa ITS dari berbagai jurusan.
- Seluruh personil J12 and friends.
- Gita Gutawa, Dinda Adin, Clarissa Devie, dan seluruh kontributor 9GAG.
- Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dalam kesempatan ini.



Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik terhadap penulis sangatlah diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Agustus 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Mesin Press.....	5
2.2. Teori Kegagalan.....	7
2.2.1. Teori Analisa Kegagalan Statis.....	7
2.2.2. Teori Analisa Kegagalan Dinamis.....	8
2.2.3. Teori Kegagalan Normal Maksimum.....	8
2.2.4. Teori Kegagalan Geser Maksimum.....	9
2.2.5. Teori Kegagalan Distorsi Energi.....	9
2.3. Faktor Keamanan.....	10
2.4. Sambungan Las.....	12
2.4.1. Macam-Macam Sambungan Las.....	7
2.4.2. Ketebalan Las.....	14
<b>BAB III METODE PERANCANGAN</b> .....	<b>17</b>
3.1. Langkah – langkah Perancangan.....	17
3.1.1. Studi Literatur.....	17
3.1.2. Studi Lapangan.....	17
3.1.3. Perumusan Masalah.....	18
3.1.4. Pengembangan dan Pemilihan Konsep.....	18
3.1.5. Perancangan Komponen.....	18
3.1.6. Analisa Kekuatan Material.....	19

3.1.7. Menggambar Detail <i>Frame</i> .....	19
3.1.8. Perancangan Proses Pembuatan <i>Frame</i> .....	19
3.1.9. Kesimpulan dan Saran .....	19
3.2. Diagram Alir Perancangan .....	19
<b>BAB IV PENGEMBANGAN DAN PEMILIHAN KONSEP</b>	
<b><i>FRAME</i>.....</b>	<b>21</b>
4.1. Pengembangan Konsep Frame Mesin Press.....	21
4.1.1. Penentuan Kriteria Defleksi <i>Bed</i> .....	21
4.1.2. Daftar Kebutuhan .....	22
4.1.3. Alternatif Konsep <i>Frame</i> .....	23
4.2. Pemilihan Konsep .....	31
<b>BAB V PERANCANGAN KOMPONEN &amp; PROSES</b>	
<b>PEMBUATAN <i>FRAME</i>.....</b>	<b>35</b>
5.1. Perancangan Komponen Konsep Terpilih.....	35
5.1.1. Perancangan <i>Bed</i> .....	35
5.1.2. Perancangan Dudukan Aktuator .....	39
5.1.3. Perancangan Pilar .....	42
5.2. Perhitungan Las.....	61
5.3. Perancangan Proses Pembuatan Komponen .....	46
5.3.1. Proses Pembuatan <i>Bed</i> .....	46
5.3.2. Proses Pembuatan Dudukan Aktuator .....	50
5.3.3. Proses Pembuatan Pilar .....	52
5.3.4. Proses Pembuatan <i>Ram</i> .....	54
5.4. Diagram Perakitan Komponen .....	55
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
6.1. Kesimpulan .....	57
6.2. Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN A GAMBAR TEKNIK</b>	
<b>LAMPIRAN B KATALOG AKTUATOR HIDROLIK</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Faktor Keamanan yang Disarankan.....	11
Tabel 2.2. Jenis-jenis Kampuh las .....	13
Tabel 2.3. Ketinggian Kampuh Las.....	15
Tabel 4.1. Daftar Kebutuhan .....	22
Tabel 4.2. Pemilihan Konsep.....	32

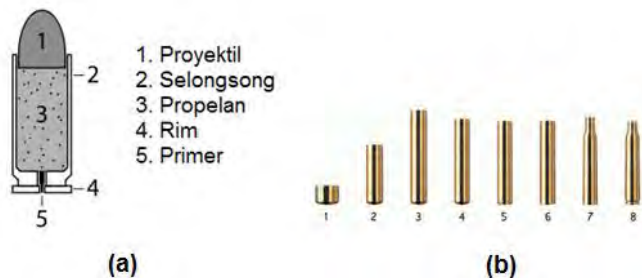
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di tengah kondisi politik dan ekonomi dunia yang tidak menentu ini tentu diperlukan pertahanan nasional yang kuat. Terlebih lagi untuk Indonesia yang merupakan negara kepulauan maka diperlukan pertahanan militer yang didukung oleh *supply* persenjataan dan amunisi yang terjamin.

Secara umum, peluru terdiri dari 5 bagian, yaitu proyektil, selongsong, propelan, rim, dan primer, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1 (a). Pada tahap awal pembuatan selongsong peluru, plat dipotong melalui proses *blanking*, kemudian dibentuk menjadi *cup* melalui proses *deep drawing*. Material kemudian memasuki sebuah proses *metal forming* yang disebut dengan *ironing*, yaitu sebuah teknik pembentukan logam dengan cara menipiskan dinding bagian luarnya sehingga mendapatkan ketebalan produk yang uniform di semua bagian dindingnya. Setelah proses *ironing* dilakukan, kelebihan tinggi dinding dari hasil *ironing* akan dipotong dan dilanjutkan dengan proses *head pressing* pada dies yang berbeda. Terakhir dilakukan pembentukan *neck* dan *rim* hingga berbentuk selongsong yang siap pakai.



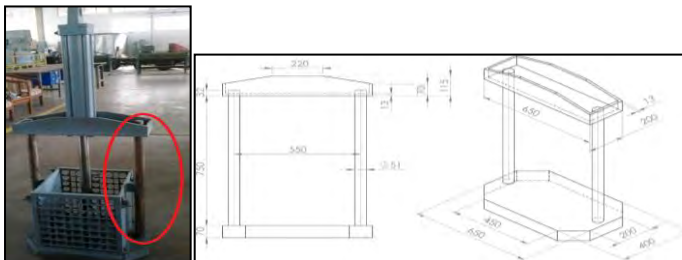
**Gambar 1.1** (a) Bagian-bagian peluru (b) Tahapan pembuatan selongsong peluru

[Wikipedia, 2014 & Accurate Shooter, 2015]

Produksi selongsong peluru Indonesia saat ini masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan persenjataan seluruh kesatuan militer. (CNNIndonesia, 2015). Untuk membantu memenuhi kekurangan tersebut maka diperlukan mesin press yang dapat digunakan untuk membuat selongsong peluru.

Pada saat ini di kampus ITS sudah terdapat sebuah mesin press hidrolik berkapasitas 9,4 ton yang ditunjukkan dalam gambar 1.2. Sedangkan untuk melakukan proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm dibutuhkan gaya pembentukan sebesar 5 ton dan faktor keamanan sebesar 3 [Gandi, 2015], sehingga rangka mesin *press* tersebut tidak kuat untuk menopang proses *ironing*. Ketinggian *bed*-nya juga tidak dapat diatur, yang disebabkan karena geometri dari pilar (silinder) dan dimensinya yang terlalu kecil, seperti yang ditunjukkan dalam lingkaran merah pada gambar 1.2 tersebut. Selain itu kondisi pilar juga sudah kurang baik dan berkarat, sehingga dapat dipastikan kekuatan strukturalnya sudah menurun. Oleh karena itu, maka pada Tugas Akhir ini dilakukan pengembangan *frame* mesin *press* agar didapat *frame* berkapasitas 5 ton yang sesuai untuk proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm. Spesifikasi mesin press yang ada di kampus ITS tersebut adalah sebagai berikut:

- Tinggi total : 935 mm
- Lebar total : 400 mm
- Panjang Total : 650 mm
- *Stroke* aktuator : 500 mm



**Gambar 1.2** Mesin *press* yang sudah ada

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana mengembangkan *frame* mesin *press* untuk proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm yang terdiri dari:
  - a. Pengembangan dan pemilihan konsep *frame*
  - b. Perancangan komponen *frame*
2. Proses apa saja yang dibutuhkan untuk pembuatan *frame*?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar perancangan yang dilakukan lebih fokus, maka perlu diberikan beberapa batasan permasalahan antara lain:

1. Pengembangan *frame* ditujukan untuk proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm dengan gaya penekanan 5 ton
2. Proses pembentukan *cup, head, neck* dan *rim* tidak dibahas
3. Analisis hanya dilakukan pada bagian *frame* mesin *press*
4. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software*
5. Resultan gaya ke arah radial pada *punch* sama dengan nol karena konstruksi *frame* dianggap simetris sempurna pada pemodelan 3D nya.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengembangkan *frame* mesin *press* untuk proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm meliputi:
  - a. Pengembangan dan pemilihan konsep *frame*
  - b. Perancangan komponen *frame*
2. Merancang proses pembuatan *frame* mesin *press*

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan rancangan *frame* mesin *press* hidrolik berkapasitas 5 ton yang sesuai untuk proses *outer ironing* selongsong peluru kaliber 20 mm.
2. Memberikan kontribusi pada bidang ketahanan nasional melalui bidang persenjataan.



## **BAB II**

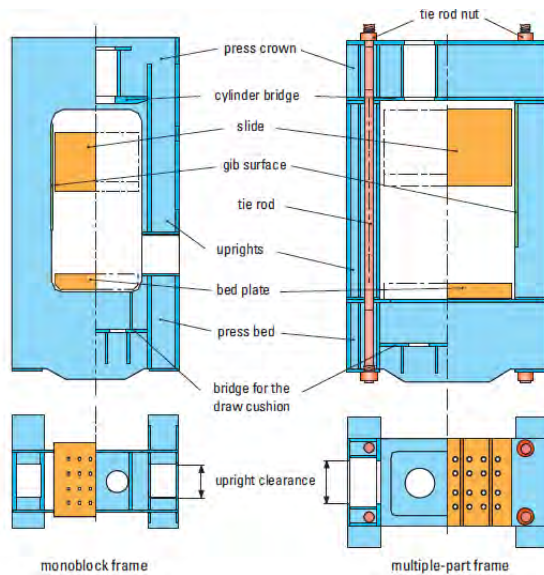
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mesin Press**

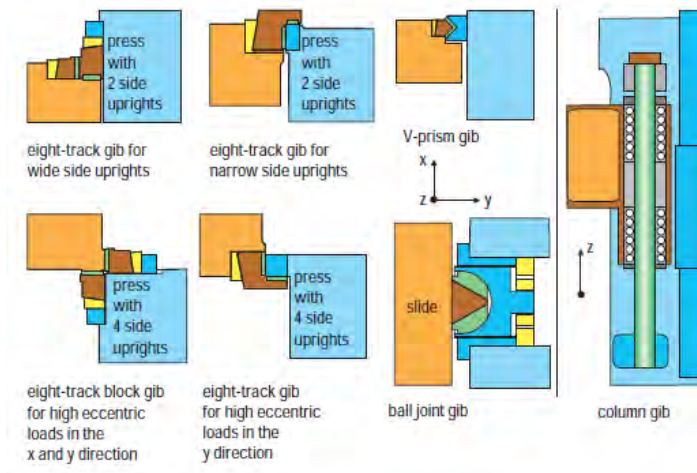
Fungsi dari mesin *press* adalah untuk mentransfer gaya dan gerakan kepada *tools* atau *dies* dengan tujuan *forming* ataupun *blanking*. Berdasarkan aplikasinya, mesin press dapat didesain untuk memenuhi kebutuhan suatu proses tertentu atau untuk memenuhi kebutuhan *forming* ataupun *blanking* secara umum. Berdasarkan tujuan penggunaannya, mesin *press* dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu mesin *press* untuk:

- Proses *sheet metal forming*
- Proses *blanking*
- Proses *solid forming*, seperti forging dan ekstrusi
- *Stretching* dan *stamping*

Fungsi dari *frame* mesin *press* adalah untuk menyerap gaya dan menghasilkan pergerakan ram yang presisi. Perancangan structural dari *frame* bergantung pada gaya penekanan, dimensi *dies*, dimensi *bed* yang dibutuhkan, dan kepresisian. Mesin press dengan gaya penekanan yang relative kecil sering kali dibuat dengan konstruksi terbuka, sedangkan untuk gaya penekanan yang relative besar harus dibuat dengan konstruksi *closed-frame*. Bagian- bagian *frame* mesin *press* ditunjukkan dalam gambar 2.1. Untuk menjaga agar pergerakan ram tetap lurus, maka diperlukan komponen pengarah yang disebut dengan *gib*. Macam-macam *gib* ditunjukkan dalam gambar 2.2.



**Gambar 2.1** Bagian-bagian *frame* mesin *press*



**Gambar 2.2** Jenis-jenis *gib*

## 2.2 Teori Kegagalan

Kegagalan dari suatu elemen mesin yang menerima pembebanan dinyatakan apabila elemen tersebut tidak dapat berfungsi lagi dengan baik sesuai yang diharapkan. Oleh karena itu perlu diberikan kriteria-kriteria kapan elemen dari suatu mesin dapat dikatakan gagal. Secara umum pembebanan statik terdapat dua tipe penyebab kegagalan yaitu :

### a. Distorsi atau Deformasi Plastis

Elemen dinyatakan gagal apabila material dari elemen mesin tersebut sudah mengalami deformasi plastis karena sudah melewati suatu batas harga tertentu. Harga batas ini adalah *yield point* material, jika material tidak mempunyai data *yield point* dapat digunakan standar 0,2 % dari offset *yield point*.

### b. Patah / Rusak (*fracture*)

Kegagalan ini terjadi apabila material dari elemen mesin tersebut sudah patah atau terpisah menjadi dua bagian bahkan lebih. Untuk tipe kegagalan ini dipergunakan batas harga tegangan maksimum baik untuk gaya tekan maupun tarik yang diijinkan pada material.

### 2.2.1 Teori Analisa Kegagalan Statis

Teori kegagalan statik adalah suatu teori yang menjelaskan kegagalan pada suatu spesimen tes standar. Jika luluh terjadi, maka ini mungkin disebabkan oleh beban yang melebihi kapasitas kemampuan dari materialnya, yang terdiri dari masing-masing kapasitas bertahan terhadap tegangan normal, tegangan geser, regangan normal, regangan geser, kapasitas menyerap energi regangan dan kapasitas untuk menyerap distorsi energi. Hasil-hasil dari tes standar digunakan untuk mengaplikasikan besar kapasitas yang dipilih. Jadi, jika dari tes tarik standar diketahui suatu material mempunyai kekuatan luluh misalnya 1.000 ksi, maka asumsi harus selalu diambil bahwa material tersebut akan luluh bila menerima sembarang kombinasi-kombinasi pembebanan statik yang mana bisa salah satu dari kondisi berikut:

- a. Jika tegangan normal maksimum melebihi 1.000 ksi
- b. Jika tegangan geser maksimum melebihi 500 ksi
- c. Jika regangan normal maksimum melebihi harga maksimum yang dimiliki material
- d. Jika energi regangan total maksimum melebihi harga yang dimiliki material
- e. Jika distorsi energi maksimum melebihi harga yang dimiliki material.

### 2.2.2 Teori Analisa Kegagalan Dinamis

Pada keadaan sebenarnya material mengalami fluktuasi beban berulang, Beban siklik yang dapat mengakibatkan kelelahan pada material dengan kurun waktu tertentu. Ada beberapa tipe dari beban siklik yang mempunyai nilai maksimum dan nilai minimum yang bekerja secara bergantian dengan frekuensi tertentu.

#### a. Amplitudo Konstan

Pada siklus ini beban berfluktuasi membentuk fungsi sinusoidal dengan nilai maksimum dan minimum tertentu secara teratur dan konstan.

#### b. Amplitudo Variabel

Pada siklus ini besarnya nilai minimum dan maksimum berubah menurut waktu. Pada satu siklus nilai minimum dan maksimumnya dapat lebih tinggi daripada nilai tersebut pada siklus berikutnya.

#### c. Amplitudo Acak

Pada siklus besarnya nilai berubah secara acak, terkadang nilainya besar namun terkadang nilainya juga kecil, siklus ini memiliki efek yang kurang baik terhadap hasil produk.

### 2.2.3 Teori Kegagalan Normal Maksimum

Teori ini pertama kali dikemukakan oleh W. J. M. Rankine (1857) sehingga disebut juga teori Rankine. Sesuai dengan teori ini [Budynas, R.G., Nisbett, J.K., 2008] jika luluh dianggap gagal dan material mempunyai tegangan *yield* tarik  $S_{yt}$  dan tegangan

yield tekan  $S_{yc}$  serta faktor keamanan adalah  $N$  maka akan terjadi kegagalan bila :

$$\sigma_t \text{maksimum} \leq \frac{S_{yt}}{N} \quad (2.1)$$

$$\sigma_c \text{maksimum} \leq \frac{S_{yc}}{N} \quad (2.2)$$

Bila dengan patah dianggap gagal maka persamaan yang digunakan adalah:

$$\sigma_t \text{maksimum} \leq \frac{S_{ut}}{N} \quad (2.3)$$

$$\sigma_c \text{maksimum} \leq \frac{S_{uc}}{N} \quad (2.4)$$

dimana :

$S_{ut}$  = tegangan tarik maksimum material

$S_{uc}$  = tegangan tekan maksimum material

#### 2.2.4 Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum

Diusulkan pertama kali oleh C. A. Coulomb (1773), kemudian disempurnakan oleh Tresca (1864) sehingga sering disebut teori kegagalan Tresca. Teori ini khusus untuk material yang ulet dengan dasar bahwa kegagalan terjadi bila tegangan geser maksimum yang terjadi, melewati harga tegangan geser yang diijinkan pada material. Teori ini memprediksi bahwa kegagalan tidak terjadi oleh tegangan hidrostatik murni. [Budynas, R.G., Nisbett, J.K., 2008]

$$\tau \text{maksimum} \leq \frac{\tau_{ys}}{N} \text{ atau } \tau \text{maksimum} \leq \frac{\tau_{us}}{N} \quad (2.5)$$

#### 2.2.5 Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum

Teori kegagalan ini pertama kali diusulkan oleh M. T. Hueber (1904) kemudian diperbaiki dan diperjelas oleh R. Von Mises (1913) dan oleh H. Hencky (1925). Teori ini lebih dikenal

dengan nama teori kegagalan Von Misses. Teori kegagalan ini dapat dianalisa kembali melalui energi regangan, dimana energi regangan total dapat dipecah menjadi energi regangan hidrostatik dan energi regangan distorsi. Energi regangan distorsi inilah yang akan menimbulkan kegagalan pada material bila melewati harga limit batasnya [Budynas, R.G., Nisbett, J.K., 2008]. Material dianggap gagal sesaat setelah distorsi energi yang timbul dari beban luar mencapai harga limit batasnya sehingga :

$$S_y \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.6)$$

### 2.3 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Penentuan besarnya faktor keamanan yang sesuai tergantung pada beberapa pertimbangan antara lain material, proses pembuatan, tipe pembebanan, kondisi kerja dan bentuk komponen. Dalam bidang otomotif faktor keamanan diseragamkan dalam satu kesatuan body terhadap pembebanan bending yang diterima. Penentuan faktor keamanan haruslah cermat karena tingginya faktor keamanan akan menyebabkan besarnya dimensi komponen dan borosnya material dilain pihak faktor keamanan yang rendah menyebabkan besarnya resiko yang tak diinginkan. Definisi faktor keamanan dapat ditulis sebagai berikut :

$$SF (design) = \frac{Ultimate stress}{Tegangan kerja atau desain} \quad (2.7)$$

Pada kasus material yang ulet, misalnya baja lunak dimana tegangan luluhnya telah diketahui maka faktor keamanan SF adalah :

$$SF (design) = \frac{Yield stress}{Tegangan kerja atau desain} \quad (2.8)$$

**Tabel 2.1** Faktor Keamanan yang disarankan [Deutschman, Aaron D., 1975]

No	Faktor keamanan yang disarankan	Parameter dan tingkat ketidakpastian
1	$N = 1.25 - 1.5$	Data material yang sangat akurat dan andal, jenis pembebanan yang pasti, metode perhitungan tegangan yang akurat
2	$N = 1.5 - 2$	Data material yang cukup baik, kondisi lingkungan yang stabil, dan beban serta tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan baik
3	$N = 2.0 - 2.5$	Average material, komponen dioperasikan pada lingkungan, normal, beban dan tegangan dapat dihitung dengan material
4	$N = 2.5 - 3$	Untuk material yang datanya kurang baik, atau material getas dengan pembebanan dan lingkungan rata-rata
5	$N = 3 - 4$	Untuk material yang belum teruji, dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata
6	Beban berulang-ulang (bolak-balik) : angka-angka yang disarankan diatas dapat digunakan tetapi dengan endurance limit sebagai "significant strength"	
7	Beban impak : angka-angka yang disarankan diatas dapat digunakan tetapi faktor impak harus dimasukkan	
8	Material getas : angka-angka yang disarankan di atas dikalikan dua untuk material	

## 2.4 Sambungan Las

Sambungan las dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, tidak hanya untuk baja, baja tuang, dan besi tuang, tetapi juga untuk tembaga, aluminium, paduan magnesium, nickel, seng, timah hitam, dan bahan sintetik termoplastik. Konstruksi baja yang dilas, dimana sebelumnya disambung dengan paku keling adalah tabung bejana atau ketel. Komponen yang sebelumnya dituang atau ditempa, sekarang banyak dilas adalah untuk perbaikan kak atau aus, sebagai penguat, untuk menutup bagian yang bocor. Komponen yang dilas, tidak menjadi lebih murah, tetapi desain tertentu dengan kekakuan dan kekuatan yang sama, menjadi lebih ringan daripada dituang atau disambung dengan paku keling. Salah satu kekurangan sambungan las adalah kesulitan untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan dan pengerjaannya memerlukan pengalaman khusus.














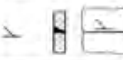







Untuk konstruksi baja (rangka baja, jembatan, Crane) yang dilas, beratnya sekitar 20% di bawah konstruksi serupa yang disambung dengan paku keling. Untuk konstruksi ketel dan tangki, digunakan sambungan las pada pelat dengan kampuh temu (*butt weld*), untuk menghindari adanya overlap, sehingga lebih mudah. Kekuatan sambungan bisa mencapai 70% hingga 100% dari kekuatan pelatnya, sedang sambungan paku keling bisa mencapai 60% hingga 87%.

### 2.4.1 Macam-Macam Sambungan Las

Untuk mendapatkan hasil penyambungan las yang kuat (sesuai yang dirancang), sambungan las harus dirancang sesuai dengan aplikasinya. Berbagai macam bentuk kampuh merupakan variasi dari sambungan temu (*butt joint*) dan sambungan sudut (*fillet joint*). Pada tabel 2.2 ditunjukkan berbagai jenis kampuh beserta petunjuk penggunaannya.



**Tabel 2.2** Jenis-jenis kampuh las

Jenis Kampuh <sup>1)</sup>	Simbol dan Gambar <sup>2)</sup>	Jenis Kampuh <sup>1)</sup>	Simbol dan Gambar <sup>2)</sup>	Jenis Kampuh <sup>1)</sup>	Simbol dan Gambar <sup>2)</sup>
Kampuh Flens ganda		Kampuh U		Kampuh J-ganda	
Kampuh I		Kampuh U-ganda		Kampuh Muka datar	
Kampuh V		Kampuh HV		Kampuh Titik atau garis	
Kampuh Sisi kaku		Kampuh K		Kampuh Sudut tampak	
Kampuh X		Kampuh HY		Kampuh Sudut tak tampak	
Kampuh Y		Kampuh HY-ganda		Kampuh Sudut ganda	
Kampuh Y-ganda		Kampuh J		Kampuh Sudut siku	

Atas dasar pengalaman, petunjuk-petunjuk yang perlu diperhatikan adalah:

1. Jumlah kampuh harus dirancang seminim mungkin, karena biaya pengelasan berbanding lurus dengan banyaknya kampuh. Untuk itu konstruksi las dibangun dari potongan yang besar, lebih disukai kampuh las tipis yang panjang.
2. Komponen lebih baik dibuat dari bentuk profil, pelat, atau bentuk potongan yang dipotong menggunakan api. Bentuk yang rumit dilas secara terpisah dan skrap diusahakan seminim mungkin.
3. Persiapan sebelum dilas dengan pengerjaan mesin diusahakan seminim mungkin dan hanya sesuai untuk jumlah produksi kecil. Untuk produksi masal perlu digunakan jig.
4. Tegangan akibat penyusutan dan tegangan takik dapat direduksi melalui desain yang baik, misalnya: untuk mengurangi pengaruh pemuaian, konstruksi diperbaiki

dengan menggeser lokasi kampuh; penggunaan kampuh yang tipis; penggunaan kampuh yang terputus pada daerah perpotongan.

5. Supaya konstruksi memiliki ketahanan getar, kekakuan, ketahanan bengkok, dan ketahanan puntir tinggi, digunakan dinding lebih tipis dengan penampang segi empat atau lingkaran, dengan konstruksi sel, atau konstruksi ringan.
6. Kampuh yang penuh (tidak terputus) cocok untuk support pelat dan segi empat. Pada ujung support sebaiknya ditutup dengan las untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap karat.
7. Support yang menahan beban bengkok, sebaiknya didekatkan dengan lokasi beban untuk mengurangi momen yang terjadi.
8. Jika batang penumpu dipasang dengan baik, kampuh las dapat menerima beban tekan sebesar 1/10 nya.
9. Pada penampang yang menerima beban tarik, jika tidak bisa diseimbangkan, perlu diperhatikan timbulnya tegangan akibat penyusutan yang sulit digeser.
10. Pengelasan di dekat daerah yang dirol dingin perlu dihindarkan, karena akan timbul tegangan sisa. Jika tidak, perlu dilakukan *normalizing*.

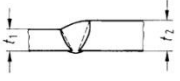
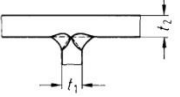
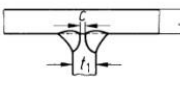
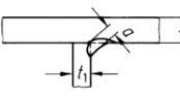
#### **2.4.2 Ketebalan Las**

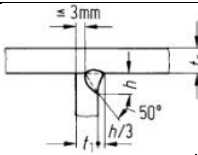
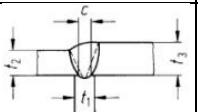
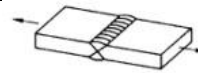
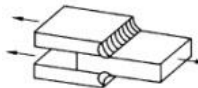
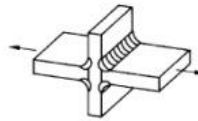
Berbagai macam konstruksi, biasanya kembali pada penggunaan kampuh temu atau kampuh sudut. Pada Tabel 2.3 ditunjukkan pembagian bentuk kampuh, yang menyambung komponen satu dengan yang lain. Kampuh temu digunakan pada pelat dan profil dengan pengelasan kontinyu. Kampuh temu lebih tahan terhadap beban statis dan dinamis dibanding kampuh sudut, tetapi umumnya lebih mahal biaya produksinya, karena perlu persiapan dalam pembuatan alur.

Pada pengelasan ganda dapat meningkatkan kekuatan terhadap beban dinamis. Pelat hingga ketebalan 3 mm dapat dilas tanpa pembuatan alur, hingga ketebalan 20 mm digunakan alur V

(dengan sudut *chamfer* 60°), hingga ketebalan 40 mm digunakan alur X, U, atau U-ganda. Kampuh T biasanya digunakan menggunakan dengan permukaan datar. Dibandingkan dengan kampuh temu, kampuh T lebih murah. Pada beban dinamis biasanya digunakan kampu dengan permukaan cekung. Ketahanan jenis kampuh sudut satu sisi sangat rendah.

**Tabel 2.3** Ketinggian Kampuh Las

No	Jenis Kampuh	Gambar	Tinggi kampuh (a) dan panjang kampuh (l)	
1.	Kampuh temu (butt)		$a = t_1$ , jika $t_1 < t_2$	
2.	Kampuh HV-ganda (K)		$a = t_1$	
3.	Kampuh HY-ganda (K dengan leher)		$a = t_1$ $c \begin{cases} \leq \frac{t_1}{5} \\ \leq 3 \text{ mm} \end{cases}$	
4.	Kampuh sudut (fillet)		<p>Tinggi kampuh a adalah tinggi dari segitiga sama kaki. Untuk aluminium:</p> $a \leq 0,7 \cdot t_1$	<p>Kampuh satu sisi:  <math>a_{\max} = 0,7 \cdot t_1</math>            Kampuh ganda:  <math>a_{\max} = 0,5 \cdot t_1</math>            Dimana:  <math>a_{\min} = \sqrt{t_{\max}} - 0,5 \text{ mm} = 3 \text{ mm}</math></p>

5.	Kampuh sudut miring (fillet miring)	 <p><math>t_1 &gt; 10 \text{ mm}</math> <math>a = t_1</math></p>	
6.	Kampuh tiga pelat	 <p>Arah gaya:  <math>t_2</math> ke <math>t_3</math>  <math>t_1</math> ke <math>t_2</math> atau <math>t_3</math></p> <p><math>a = t_2</math>, untuk <math>t_2 &lt; t_3</math>  <math>a = c</math></p>	
7.	Kampuh temu	  <p><math>l = b</math>, jika tidak ada kawah yang bebas, selain itu <math>l = b - 2a</math></p>	
	Kampuh sudut dgn. dahi		

## **BAB III**

### **METODE PERANCANGAN**

#### **3.1 Langkah-Langkah Perancangan**

Pengembangan *frame* mesin *press* ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur dan lapangan
2. Perumusan masalah
3. Pengembangan dan pemilihan konsep *frame*
4. Perancangan komponen *frame*
5. Analisa kekuatan material *frame*
6. Perancangan proses pembuatan *frame*
7. Kesimpulan dan saran

##### **3.1.1 Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai bentuk *frame* yang umum digunakan beserta bagian-bagian komponennya dari buku-buku referensi, katalog, dan jurnal yang berkaitan dengan pengembangan *frame*. Selain itu juga dilakukan studi literatur mengenai teori-teori pengembangan produk dan analisa tegangan baik secara manual maupun dengan bantuan *software*.

##### **3.1.2 Studi Lapangan**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data mengenai mesin *press* yang akan dikembangkan. Studi lapangan ini dilakukan dengan cara mengamati, mengukur geometri, dan mencatat spesifikasi dari mesin *press* yang sudah ada. Setelah itu dilakukan pembuatan gambar teknik dan model 3D menggunakan *software* untuk mempermudah proses pengembangan *frame* ini. Gambar 3.1 menunjukkan kondisi mesin *press* yang akan dikembangkan.



**Gambar 3.1** Mesin *press* yang akan dikembangkan

### **3.1.3 Perumusan Masalah**

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang akan dipecahkan dalam tugas akhir Pengembangan *Frame* Mesin *Press* Hidrolik ini.

### **3.1.4 Pengembangan dan Pemilihan Konsep *Frame***

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap *frame* yang sudah ada saat ini, serta dilakukan analisa untuk menentukan pengembangan apa saja yang harus dilakukan agar mesin *press* ini dapat memenuhi fungsi yang diinginkan nantinya. Kemudian dibuat konsep alternatif pengembangan desain *frame* yang didasarkan pada desain lama. Konsep alternatif dibuat sebanyak tiga buah, selanjutnya dilakukan pemilihan konsep dengan mengevaluasi kekurangan dan kelebihan dari masing-masing konsep.

### **3.1.5 Perancangan Komponen**

Pada tahap ini dilakukan perancangan setiap komponen penyusun *frame* mesin *press* yang desainnya berdasarkan pada alternatif konsep yang terpilih. Pemilihan spesifikasi setiap komponen juga mempertimbangkan ketersediaannya di pasaran agar proses pembuatannya menjadi lebih mudah.

### **3.1.6 Analisa Kekuatan Material**

Setelah didapatkan desain dan spesifikasi untuk setiap komponennya, maka dilakukan perhitungan kekuatan material secara manual. Selain itu juga dibuat model 3D-nya untuk disimulasikan kekuatan material dan defleksinya menggunakan software. Penyesuaian akan terus dilakukan agar desain *frame* dengan mempertimbangkan aspek fungsi, keamanan, dan estetika.

### **3.1.7 Menggambar Detail Frame**

Setelah dilakukan perancangan dan analisa kekuatan material dari tiap komponen kritis maka geometri dan dimensi dari tiap komponen diketahui, sehingga dapat dibuat gambar teknik dari *frame* yang akan dibuat, lengkap dengan toleransi-toleransi yang dibutuhkan.

### **3.1.8 Perancangan Proses Pembuatan *Frame***

Pada tahap ini dilakukan perancangan tahapan proses pembuatan *frame*, mulai dari pemilihan material, proses pemesinan, hingga proses penyambungan.

### **3.1.9 Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari setiap analisa yang dilakukan dari awal sampai akhir proses pengembangan *frame*. Dari hasil kesimpulan yang didapat akan dibuat saran yang akan mendukung untuk pengembangan *frame* yang akan datang.

## **3.2 Diagram Alir Perancangan**

Untuk menjelaskan langkah- langkah penelitian agar lebih sistematis, maka dibuat diagram alir perancangan, seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir perancangan



## **BAB IV**

### **PENGEMBANGAN DAN PEMILIHAN KONSEP *FRAME***

#### **4.1 Pengembangan Konsep *Frame* Mesin *Press***

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap *frame* yang sudah ada saat ini, serta dilakukan analisa untuk menentukan pengembangan apa saja yang harus dilakukan agar mesin *press* ini dapat memenuhi fungsi yang diinginkan, untuk itu maka disusun daftar kebutuhan yang menjadi dasar pengembangan *frame*. Kemudian dibuat konsep alternatif pengembangan *frame* yang berdasarkan pada desain lama. Konsep alternatif dibuat tiga buah, selanjutnya dilakukan pemilihan konsep dengan mengevaluasi kekurangan dan kelebihan masing-masing konsep.

##### **4.1.1 Penentuan Kriteria Defleksi Bed**

Defleksi maksimum yang diijinkan pada bed ditentukan berdasarkan kebutuhan proses ironing selongsong peluru kaliber 20 milimeter. Dalam hal ini bed harus dibuat sedemikian rupa sehingga defleksinya tidak mengakibatkan cacat pada produk. Dalam aplikasinya, selongsong peluru akan dimasukkan ke dalam laras saat akan ditembakkan dan kemudian dikeluarkan lagi untuk dibuang. Agar proses memasukkan dan mengeluarkan selongsong peluru dapat berjalan dengan baik maka suaian antara dinding luar selongsong peluru dan dinding dalam laras tidak boleh terlalu sesak. Sedangkan untuk menjaga keakuratan tembakan dan mencegah kebocoran ledakan, maka suaian jugatidak boleh terlalu longgar.

Berdasarkan rekomendasi dari ISO nomor 1829-1975 didapatkan jenis suaian yang paling cocok adalah Close Running-fit dimana jenis suaian ini memungkinkan kedua komponen bergerak sliding tanpa menggunakan pelumasan dimana pasangan suaianya adalah **H7** untuk lubang dan **g6** untuk poros. Dalam hal ini laras senapan dianggap sebagai lubang dan selongsong peluru dianggap sebagai poros. Berdasarkan rekomendasi dari buku

Menggambar Teknik Mesin (Ohan, 2012) didapatkan nilai toleransi untuk selongsong peluru diameter 29,5 mm dengan kualitas toleransi 6 sebesar 0,013 mm. Yang berarti pergeseran titik kontak antara die dan selongsong tidak boleh melebihi nilai toleransi ini agar produk selongsong peluru tidak dianggap cacat.

#### 4.1.2 Daftar Kebutuhan

Dalam melakukan pengembangan diperlukan penyusunan daftar kebutuhan yang digunakan sebagai acuan agar lebih fokus dalam menentukan konsep pengembangan. Selain syarat kapasitas minimal 5 ton, jarak bed dengan ram minimum 530mm, dan ukuran bed minimal 450x400mm, daftar kebutuhan untuk pengembangan *frame* dapat dilihat di tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Kebutuhan

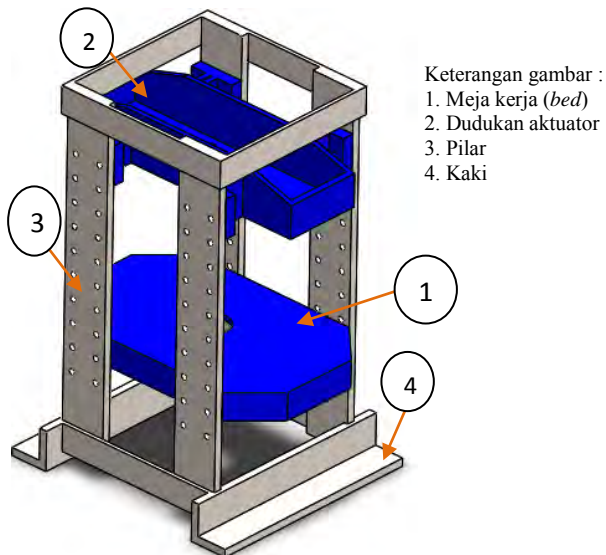
No.	Kriteria	Uraian Kebutuhan	Syarat/ Harapan
1	Fleksibilitas posisi <i>bed</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi <i>bed</i> bisa dinaik-turunkan</li> <li>• Pengaturan posisi <i>bed</i> tidak membutuhkan alat bantu</li> </ul>	Harapan Harapan
2	Biaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harga material tidak tinggi</li> <li>• Biaya pembuatan tidak tinggi</li> </ul>	Harapan Harapan
3	Aksesibilitas operator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benda kerja dapat diakses operator dengan mudah dari sisi depan</li> <li>• Benda kerja dapat diakses dari sisi depan maupun samping</li> </ul>	Syarat Harapan
4	Kekuatan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat menahan beban press maksimum sebesar 5 ton</li> <li>• Defleksi horizontal yang terjadi pada bibir dies yang kontak dengan benda kerja maksimum sebesar 0,013 mm</li> </ul>	Syarat Syarat
5	Proses Manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat dibuat dengan proses manufaktur konvensional</li> </ul>	Harapan
6	Berat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudah diangkat dan dipindahkan</li> </ul>	Harapan
7	Pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudah dipelihara</li> <li>• Mudah diperbaiki tanpa membutuhkan <i>special tools</i></li> </ul>	Syarat Harapan

#### 4.1.3 Alternatif Konsep *Frame*

Berdasarkan daftar kebutuhan yang terangkum dalam tabel 4.1, maka dilakukan pengembangan konsep *frame* menjadi tiga buah alternatif.

##### A. Konsep 1

Konsep pertama dibuat dengan tetap menggunakan bed dan dudukan aktuator dari mesin press yang sudah ada. Sedangkan seluruh bagian lainnya dibuat dari plat baja St37 dengan ketebalan 20mm. Pada konsep ini digunakan pasak sebagai penghubung bed dengan frame. Rancangan dari alternatif pengembangan 1 dapat dilihat seperti pada gambar 4.2. Dengan gaya pembentukan sebesar 53107 N dan faktor keamanan sebesar 3, dilakukan analisa tegangan dan defleksi maksimum yang terjadi dengan menggunakan *software*.



**Gambar 4.2** Alternatif 1

Simulasi dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sebesar 53.107 N pada permukaan bed dan punch. Setelah dilakukan pembebanan maka dilakukan proses *meshing* dengan pengaturan kerapatan *mesh* sesuai standar dari *software* yaitu sebesar 18mm dengan toleransi sebesar 0,9mm. Dari hasil simulasi tegangan dengan metode Von Mises, didapatkan hasil simulasi seperti pada gambar 4.3 dimana nilai tegangan maksimum ( $\sigma_{max}$ ) yang terjadi adalah sebesar 60,03 MPa. Sehingga dengan *Ultimate Tensile Strength* (UTS) dari St37 sebesar 415 Mpa, dapat dilakukan perhitungan faktor keamanan sebagai berikut:

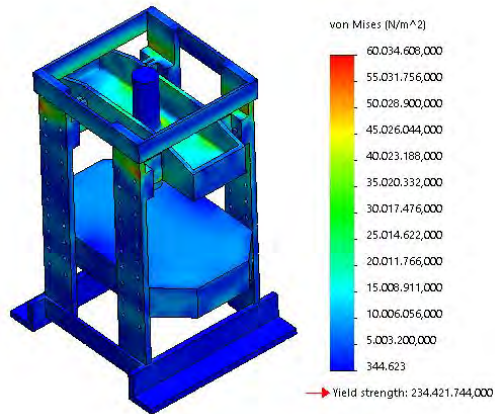
Perhitungan endurance limit material ( $S_e$ )

$$\begin{aligned} S_e &= 0,5 \cdot UTS \\ &= 0,5 \cdot 415 \text{ MPa} \\ &= 207,5 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Perhitungan faktor keamanan produk ( $SF_{produk}$ )

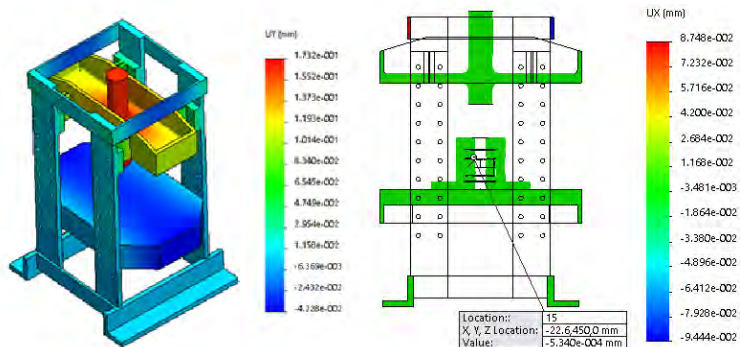
$$\begin{aligned} SF_{produk} &= \frac{S_e}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{207,5 \text{ MPa}}{60,03 \text{ MPa}} \\ &= 3,46 \end{aligned}$$

Nilai faktor keamanan yang didapat adalah 3,46 dan masih berada di atas faktor keamanan perancangan sebesar 3, sehingga perancangan dapat dinyatakan aman.



**Gambar 4.3** Hasil analisa tegangan konsep alternatif 1

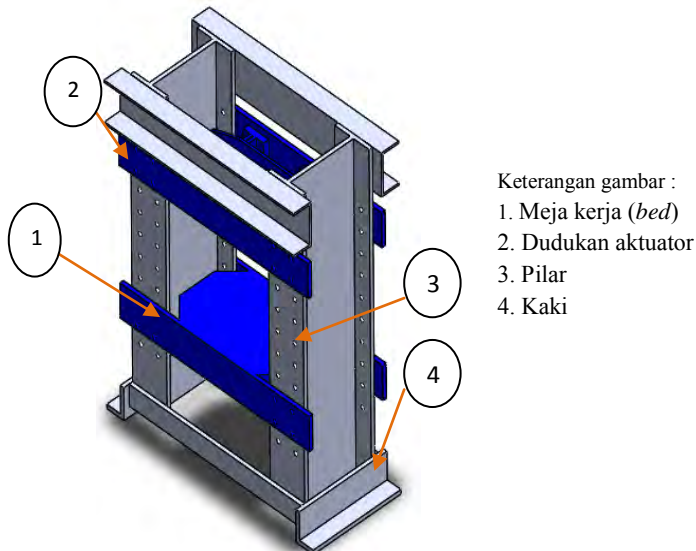
Dengan kondisi pembebanan dan kerapatan *mesh* yang sama, didapatkan juga hasil simulasi defleksi seperti pada gambar 4.4. Pada simulasi ini didapatkan nilai defleksi horizontal maksimum pada bibir dalam dies sebesar 0,00053 mm.



**Gambar 4.4** Hasil analisa defleksi konsep alternatif 1

## B. Konsep 2

Konsep 2 dibuat dengan tetap menggunakan bed danudukan aktuator dari mesin press yang sudah ada. Sedangkan seluruh bagian lainnya dibuat dari baja profil WF dengan ukuran 400x200mm dan plat baja St37 dengan ketebalan 20mm. Pada konsep ini digunakan baut sebagai penghubung bed dengan frame. Rancangan dari alternatif pengembangan 2 dapat dilihat seperti pada gambar 4.5. Dengan gaya pembentukan sebesar 53107 N dan faktor keamanan 3, dilakukan analisa tegangan dan defleksi maksimum yang terjadi dengan menggunakan *software*.



**Gambar 4.5** Alternatif 2

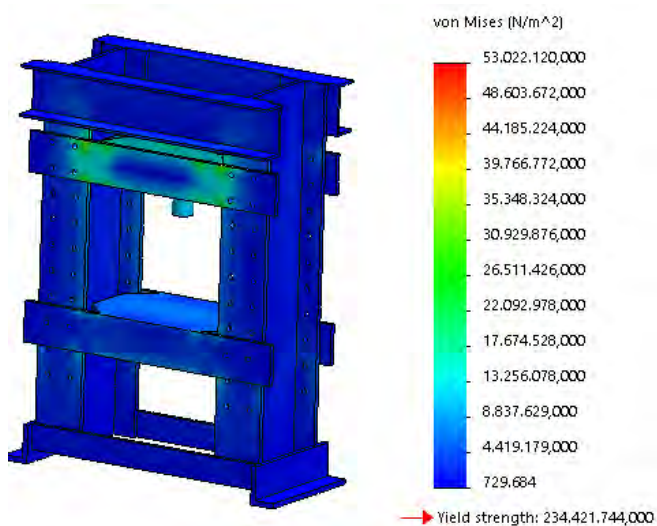
Simulasi dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sebesar 53.107 N pada permukaan bed dan punch. Setelah dilakukan pembebanan maka dilakukan proses *meshing* dengan pengaturan kerapatan *mesh* sesuai standar dari *software* yaitu sebesar 18mm dengan toleransi sebesar 0,9mm. Dari simulasi

tegangan dengan metode Von Mises, didapatkan hasil simulasi seperti pada gambar 4.6 dimana nilai tegangan maksimum yang terjadi sebesar 53,02 MPa yang terjadi pada bagian dudukan aktuator. Sehingga dapat dilakukan perhitungan faktor keamanan sebagai berikut:

Perhitungan faktor keamanan produk ( $SF_{produk}$ )

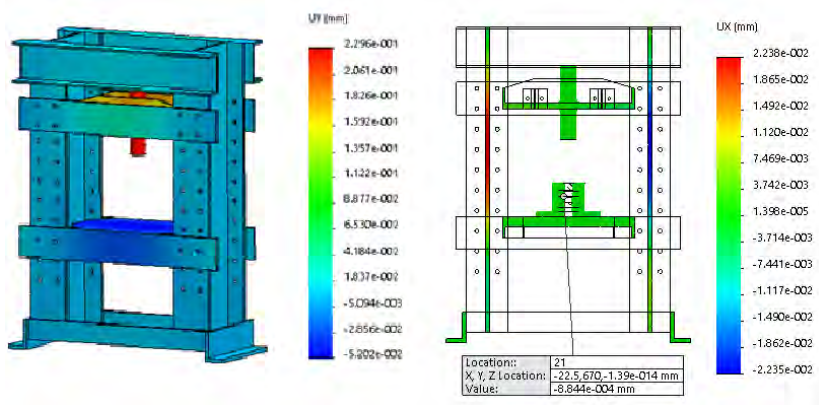
$$\begin{aligned} SF_{produk} &= \frac{Se}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{207,5 \text{ MPa}}{53,02 \text{ MPa}} \\ &= 3,91 \end{aligned}$$

Nilai faktor keamanan yang didapat adalah 3,91 dan masih berada di atas faktor keamanan perancangan sebesar 3, sehingga perancangan dapat dinyatakan aman.



**Gambar 4.6** Hasil analisa tegangan konsep alternatif 2

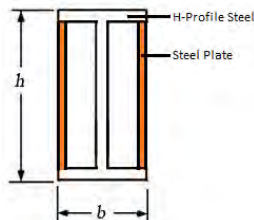
Dengan kondisi pembebanan dan kerapatan *mesh* yang sama, didapatkan juga hasil simulasi defleksi seperti pada gambar 4.7. Pada simulasi ini didapatkan defleksi horizontal maksimum pada bibir dies sebesar 0,00088 mm ke arah luar.



**Gambar 4.7** Hasil analisa defleksi konsep alternatif 2

### C. Konsep 3

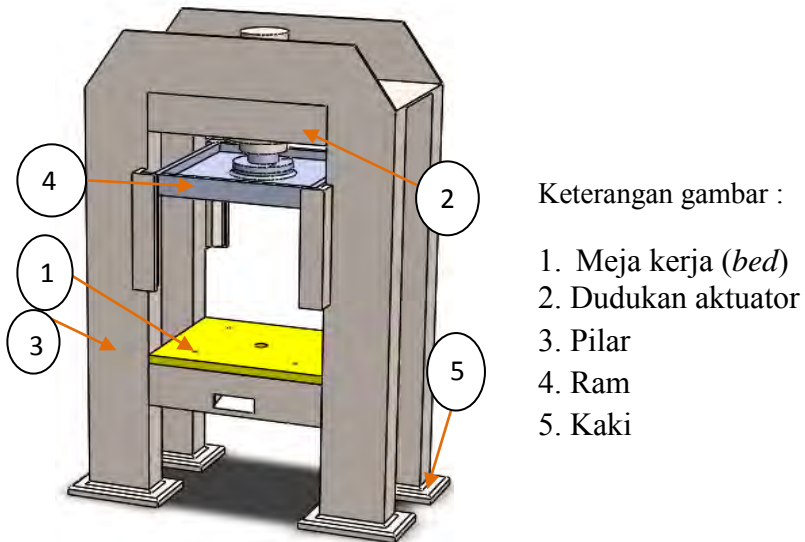
Konsep ke tiga dibuat dengan menggunakan baja profil WF dengan ukuran 200mmx100mm yang ditutup dengan plat baja St37 dengan ketebalan 18mm sebagai pilarnya. Penampang melintang dari pilar ini dapat dilihat seperti pada gambar 4.8. Bagian-bagian lain dibuat menggunakan plat baja St37 dengan ketebalan 18mm.



**Gambar 4.8** Penampang melintang dari pilar



Pada konsep ini posisi bed dan dudukan aktuator hidrolik dibuat tetap (fixed) sehingga tidak membutuhkan pasak sebagai penghubung bed dengan frame. Rancangan dari alternatif pengembangan 3 dapat dilihat seperti pada gambar 4.9. Dengan gaya pembentukan sebesar 53.107 N dan faktor keamanan sebesar 3, dilakukan analisa tegangan dan defleksi maksimum yang terjadi dengan menggunakan *software*.



**Gambar 4.9** Alternatif pengembangan 3

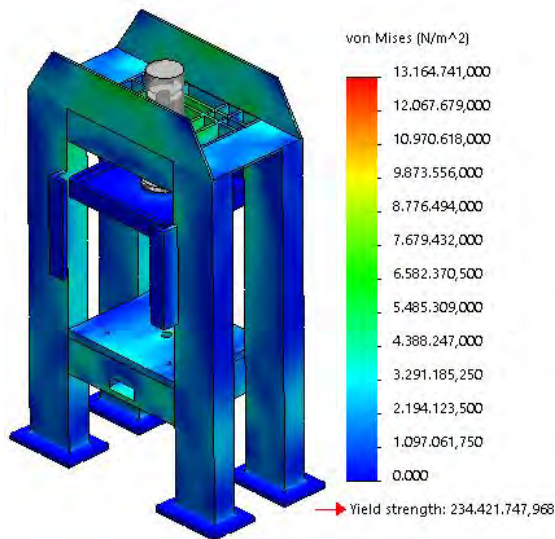
Simulasi dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sebesar 53.107 N pada permukaan bed dan ram. Setelah dilakukan pembebanan maka dilakukan proses *meshing* dengan pengaturan kerapatan *mesh* sesuai standar dari *software* yaitu sebesar 18mm dengan toleransi sebesar 0,9 mm. Dari hasil simulasi tegangan dengan metode Von Mises, didapatkan hasil simulasi seperti pada gambar 4.6 dimana nilai tegangan

maksimum yang terjadi adalah sebesar 13,1 MPa yang terjadi pada bagianudukan aktuator hidrolik. Sehingga dapat dilakukan perhitungan faktor keamanan sebagai berikut:

Perhitungan faktor keamanan produk ( $SF_{produk}$ )

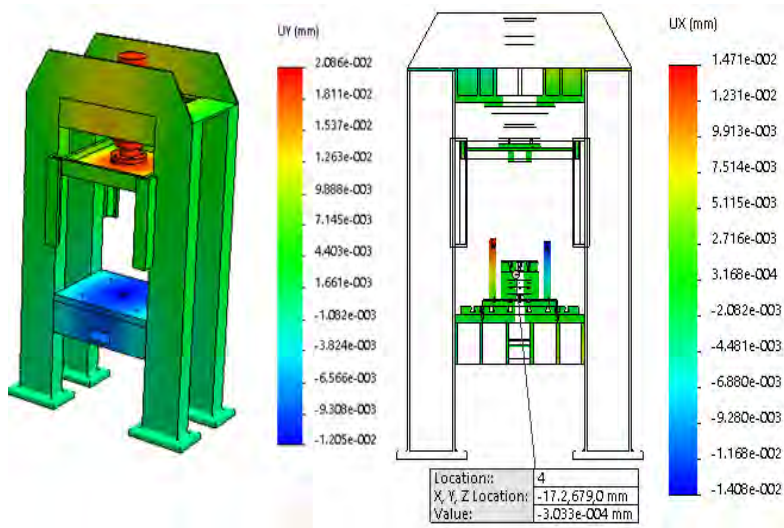
$$\begin{aligned} SF_{produk} &= \frac{Se}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{207,5 \text{ MPa}}{13,164 \text{ MPa}} \\ &= 15,76 \end{aligned}$$

Nilai faktor keamanan yang didapat adalah 15,76 dan masih berada di atas faktor keamanan perancangan sebesar 3, sehingga perancangan dapat dinyatakan aman.



**Gambar 4.10** Hasil analisa tegangan konsep alternatif 3

Dengan kondisi pembebanan dan kerapatan *mesh* yang sama, didapatkan juga hasil simulasi defleksi seperti pada gambar 4.11. Pada simulasi ini didapatkan nilai defleksi horizontal maksimum pada bibir dalam dies sebesar 0,0003 mm ke arah luar.



**Gambar 4.11** Hasil analisa defleksi konsep alternatif 3

#### 4.2 Pemilihan Konsep

Setelah dilakukan analisa tegangan dan analisa defleksi terhadap ketiga konsep alternatif, maka selanjutnya dilakukan pemilihan konsep dengan kriteria dan hasil penilaian dari tiap konsep seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.2 Pemilihan Konsep

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Fleksibilitas posisi <i>bed</i>	Ketinggian <i>bed</i> mudah diatur karena menggunakan pasak	Ketinggian <i>bed</i> bisa diatur tetapi tidak praktis karena menggunakan baut	Ketinggian <i>bed</i> tidak dapat diatur
Massa	302 kg	780 kg	726 kg
Estimasi Biaya Material	Rp 3.600.000	Rp 9.360.000	Rp 8.712.000
Aksesibilitas operator	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.	Benda kerja hanya dapat diakses oleh operator dari sisi depan dan belakang	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.
Kekakuan konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,53 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi <i>bed</i> maksimum sebesar 0,042 mm</li> <li>Kekakuan sambungan rendah karena menggunakan pasak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,88 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi <i>bed</i> maksimum sebesar 0,052 mm</li> <li>Kekakuan sambungan sedang karena menggunakan baut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,30 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi <i>bed</i> maksimum sebesar 0,012 mm</li> <li>Kekakuan sambungan tinggi karena menggunakan las</li> </ul>
Kemudahan proses manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan mudah dilakukan</li> <li>Diperlukan pemotongan plat menjadi beberapa bagian untuk dijadikan pilar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan membutuhkan kepresisian yang lebih tinggi</li> <li>Pembuatan pilar tidak butuh banyak pemotongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak membutuhkan proses pembuatan lubang</li> <li>Pembuatan pilar tidak butuh banyak pemotongan</li> </ul>

Berdasarkan tabel pemilihan konsep di atas dapat dilihat bahwa alternatif 1 memiliki massa dan harga material yang paling rendah, dengan harga material St37 Rp 12.000 per kg, didapat biaya material sebesar Rp 3.600.000. Seluruh konsep alternatif memenuhi kriteria defleksi horizontal maksimum pada bibir dies, tetapi konsep 3 memiliki nilai defleksi yang jauh lebih kecil dibandingkan konsep 1 dan 2. Besar defleksi pada bagian ini sangat penting dalam proses ironing karena akan berpengaruh langsung pada diameter selongsong yang dihasilkan. Sehingga konsep yang terpilih adalah **konsep alternatif 3**.

*Halaman Sengaja Dikosongkan*

## **BAB V**

### **PERANCANGAN KOMPONEN & PROSES PEMBUATAN FRAME**

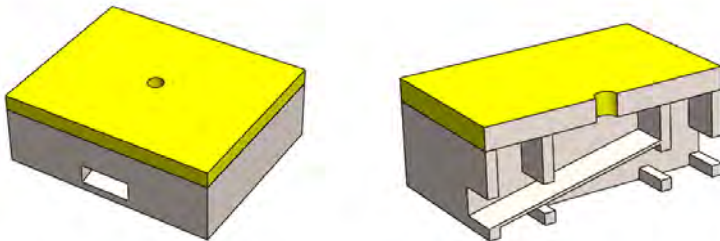
#### **5.1 Perancangan Komponen Konsep Terpilih**

Setelah dilakukan pemilihan konsep, maka dilakukan perancangan komponen-komponen yang dibutuhkan. Perancangan dilakukan terhadap tiga buah komponen penyusun *frame* mesin *press*, yaitu *bed*,udukan aktuator hidrolik, dan pilar *frame*.

##### **5.1.1 Perancangan Bed**

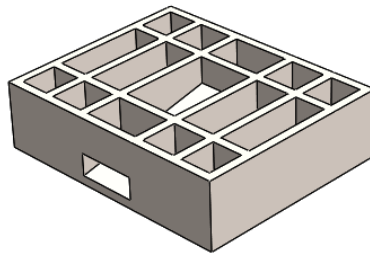
Meja kerja atau *bed* merupakan salah satu bagian penting dari mesin *press* yang berfungsi sebagaiudukan tempat diletakkannya *dies*. Dalam penggunaannya, *bed* juga akan menerima gaya tekan yang sangat besar. Dalam perancangan ini *bed* harus dapat menerima beban *press* sebesar 53.107N tanpa mengalami kegagalan. Pemodelan 3D rancangan *bed* ini dilakukan dengan bantuan *software*.

Desain *bed* secara utuh dapat dilihat pada gambar 5.1 dan gambar 5.2. Seluruh bagian *bed* dibuat menggunakan material baja St37, dengan ukuran penampang *bed* sebesar 550x450mm. Bagian permukaan *bed* terbuat dari plat dengan ketebalan 30mm. Bagian tengah dari permukaan *bed* dibuat berlubang agar produk selongsong peluru yang dihasilkan dapat langsung jatuh ke bagian bawah *bed*.



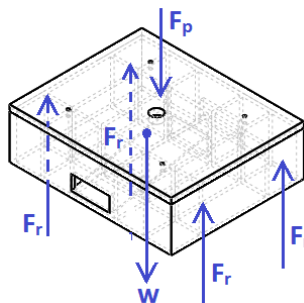
**Gambar 5.1 Hasil Pemodelan 3D Bed**

Bagian dalam *bed* dibuat bersekat-sekat menggunakan plat baja dengan tebal 12mm agar struktur *bed* menjadi lebih rigid. Pada bagian tengah dibuat sebuah bidang miring (*ramp*) sebagai tempat jatuhnya selongsong peluru yang kemudian akan menggelinding dan keluar melalui lubang di sisi depan. Total berat dari komponen *bed* ini adalah sebesar 125,1 kg.



**Gambar 5.2** Bagian dalam *bed*

Simulasi tegangan dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sebesar 53.107 N pada permukaan *bed* dan menempatkan *fixture* di sisi kiri dan kanan *bed* sebagaimana *bed* disangga oleh pilar dalam aplikasinya. Dengan menganalisa gaya-gaya yang terjadi pada *bed*, maka didapat *free body diagram* dari *bed* seperti ditampilkan dalam gambar 5.3.



**Gambar 5.3** *free body diagram bed*



Dimana:

$$\begin{aligned} F_p &= \text{Gaya tekan } \textit{punch} \\ W &= \text{berat } \textit{bed} \\ F_r &= \text{Gaya reaksi tumpuan bed} \end{aligned}$$

Perhitungan gaya reaksi tumpuan

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ 0 &= F_p + W - 4F_r \\ 4F_r &= F_p + W \\ &= 53.107 \text{ N} + 1.225,98 \text{ N} \\ &= 54.332,98 \text{ N} \\ F_r &= 13.583 \text{ N} \end{aligned}$$

Perhitungan defleksi maksimum bed

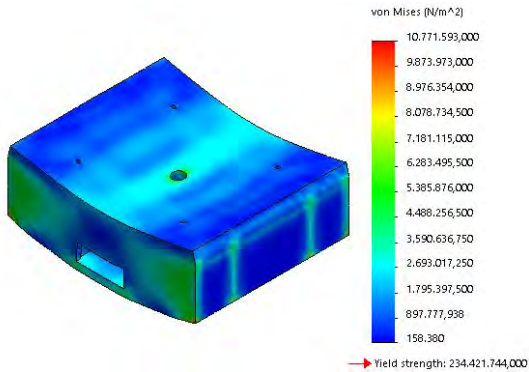
Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Lebar bed (w)} &= 550\text{mm} \\ &= 1,804 \text{ ft} \end{aligned}$$

Berdasarkan jurnal milik Bob Butchart (2006), batas maksimum defleksi untuk bed dan ram dari mesin press hidrolik adalah 0,0015in untuk setiap feet jarak antara kedua pilar yang mengapit bed. Sehingga defleksi maksimum untuk bed dan aktuatur dalam perancangan *frame* ini adalah:

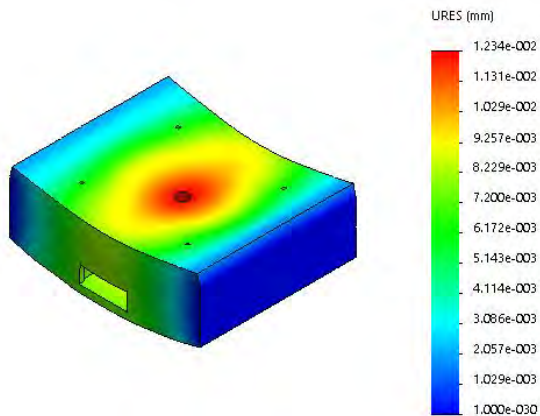
$$\begin{aligned} \text{Defleksi maksimum} &= 0,0015 \text{ in/ft} \cdot w \\ &= 0,0015 \text{ in/ft} \cdot 1,804 \text{ ft} \\ &= 0,002706 \text{ in} \\ &= 0,068 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil simulasi tegangan dengan metode Von Mises, didapat hasil tegangan maksimum adalah sebesar 10,7 MPa yang terjadi pada bagian sekat penopang bed seperti ditampilkan dalam gambar 5.3. Pada simulasi ini diperoleh faktor keamanan sebesar 21. Nilai ini masih lebih besar dari faktor keamanan yang disyaratkan yaitu 3, sehingga perancangan dinyatakan aman.



**Gambar 5.4** Hasil simulasi tegangan *bed*

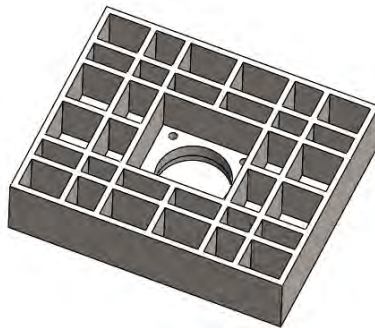
Dengan kondisi pembebanan dan kerapatan *mesh* yang sama, didapatkan juga nilai defleksi maksimum 0,01234 mm yang terjadi pada bagian tengah dari permukaan *bed*, seperti terlihat pada gambar 5.5. Sedangkan berdasarkan perhitungan, defleksi maksimum *bed* yang diizinkan adalah 0,068 mm. Sehingga perancangan *bed* dinyatakan memenuhi syarat.



**Gambar 5.5** Hasil simulasi defleksi *bed*

### 5.1.2 Perancangan Dudukan Aktuator

Komponen ini berfungsi sebagai tempat bertumpunya aktuator hidrolik pada *frame*. . Dalam perancangan ini, dudukan aktuator harus dapat menerima gaya sebesar 53.107 N tanpa mengalami kegagalan. Pemodelan 3D rancangan bed ini dapat dilihat seperti pada gambar 5.5. Seluruh bagiannya dibuat menggunakan plat baja St37 dengan ketebalan 12mm untuk bagian sekat-sekatnya dan ketebalan 30mm untuk bagian penampang bawahnya. Total berat dari dudukan aktuator ini adalah sebesar 96,6 kg.



**Gambar 5.6** Hasil pemodelan 3D dudukan aktuator

#### Perhitungan ukuran aktuator

Diketahui:

- Gaya punch (F) = 53107 N
- Tekanan Hidrolis = 100 bar  
=  $10^7$  Pa
- Faktor Keamanan = 2

Luas penampang *plunger*:

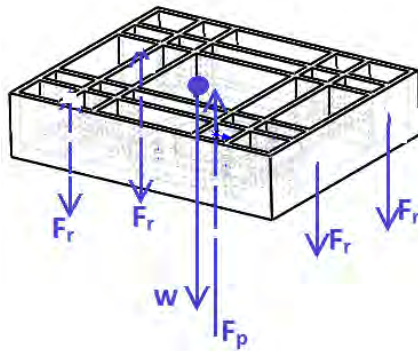
$$\begin{aligned}
 A &= \frac{F \cdot N}{P} \\
 &= \frac{53107 \text{ N} \cdot 2}{10.000.000 \text{ Pa}} \\
 &= 0,0106 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Diameter *plunger*:

$$\begin{aligned} D_{\text{plunger}} &= \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0106 \text{ m}^2}{\pi}} \\ &= 116 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan katalog **Ezy-Fit Hydraulics**, maka digunakan silinder hidrolik tipe **front flange mount tipe FF-5.0** dengan diameter *bore* 127 mm dan diameter luar silinder sebesar 140 mm. Sehingga di bagian tengah dudukan aktuator harus diberi ruang untuk menempatkan silinder hidrolik dengan diameter tersebut. Untuk itu maka posisi sekat disesuaikan.

Simulasi tegangan dan defleksi dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sebesar 10 ton pada permukaan bawah dudukan aktuator dan menempatkan *fixture* di sisi kiri dan kanan sebagaimana dudukan aktuator disangga oleh pilar dalam aplikasinya. Dengan menganalisa gaya-gaya yang terjadi pada dudukan aktuator, maka didapat *free body diagram* dari dudukan aktuator seperti ditampilkan dalam gambar 5.7.



**Gambar 5.7** *free body diagram* dudukan aktuator

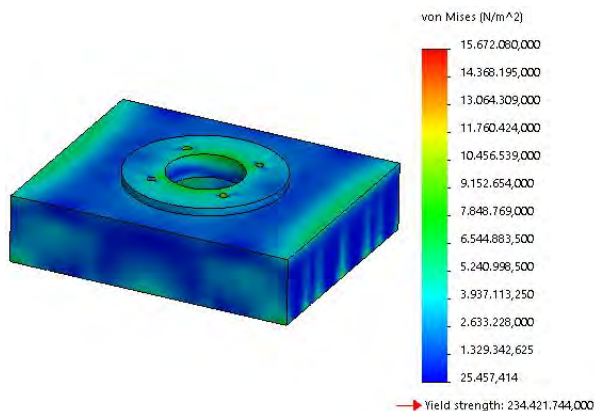
Dimana:

$F_p$  = Gaya tekan *punch*  
 $W$  = berat dudukan aktuator  
 $F_r$  = Gaya reaksi tumpuan aktuator

Maka:

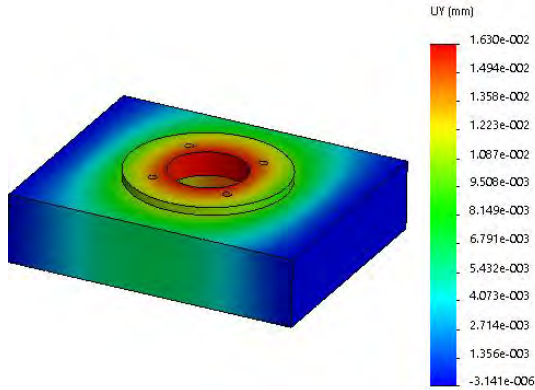
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ 0 &= F_p - W - 4F_r \\ 4F_r &= F_p - W \\ &= 53.107 \text{ N} - 946,68 \text{ N} \\ &= 52.160 \text{ N} \\ F_r &= 13040 \text{ N}\end{aligned}$$

Dari hasil simulasi tegangan dengan metode Von Mises, didapat hasil tegangan maksimum adalah sebesar 15,67 MPa yang terjadi pada bagian sekat penopang dudukan aktuator seperti ditampilkan dalam gambar 5.8. Pada simulasi ini diperoleh faktor keamanan sebesar 15. Nilai ini masih lebih besar dari faktor keamanan yang disyaratkan yaitu 3, sehingga perancangan dinyatakan aman.



**Gambar 5.8** Hasil simulasi tegangan dudukan aktuator

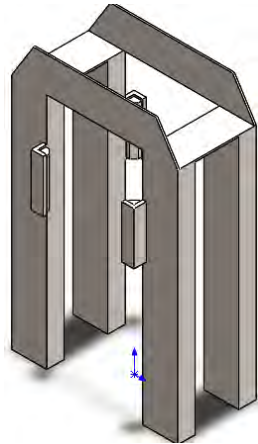
Dengan kondisi pembebanan dan kerapatan *mesh* yang sama, didapatkan juga nilai defleksi maksimum 0,0163 mm ke arah atas yang terjadi pada bagian tengah dari dudukan aktuator, seperti terlihat pada gambar 5.9.



**Gambar 5.9** Hasil simulasi defleksi dudukan aktuator

### 5.1.3 Perancangan Pilar

Mesin press dirancang untuk dapat memberikan gaya penekanan sebesar 15 ton secara berulang- ulang dan presisi, oleh karena itu konstruksi harus kuat dan rigid (minim defleksi). Konstruksi closed-frame sangat sesuai untuk proses pengerjaan metal forming yang membutuhkan kepresisian tinggi karena jenis konstruksi ini mampu menahan beban press yang sangat besar namun dengan defleksi yang minimum. Bagian pilar *frame* dibuat dari gabungan baja plat dan profil-H, jenis material St37 dengan yield strength 234s MPa & tensile strength 360MPa.



**Gambar 5.10** Hasil pemodelan 3D pilar *frame*

*Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 1*

Diketahui:

- Ketinggian dies = 166,5 mm
- Tinggi punch = 250 mm
- Tinggi dudukan punch = 71 mm
- Tinggi ruang material cup = 40 mm

Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}
 h_1 &= \text{Tinggi dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan punch} + \\
 &\quad \text{Tinggi cup} \\
 &= 166,5 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + 71 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \\
 &= 527,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

*Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 2*

Diketahui:

- Ketinggian dies = 136,5 mm
- Tinggi punch = 220 mm
- Tinggi dudukan punch = 63,5 mm
- Tinggi ruang material cup = 75 mm

Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} h_2 &= \text{Ketinggian dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan} \\ &\text{punch} + \text{Tinggi cup} \\ &= 136,5 \text{ mm} + 220 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 75 \text{ mm} \\ &= 495 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 3

Diketahui:

- Ketinggian dies = 167 mm
- Tinggi punch = 199 mm
- Tinggi dudukan punch = 63,5 mm
- Tinggi ruang material cup = 100 mm

Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

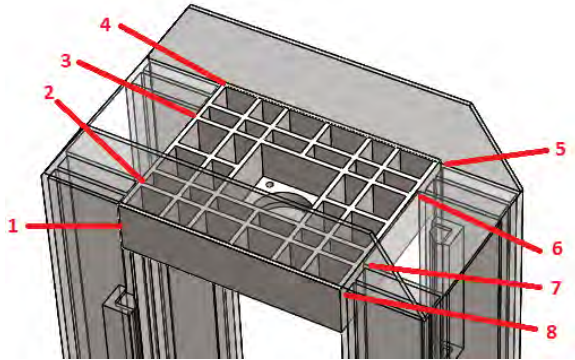
$$\begin{aligned} h_3 &= \text{Ketinggian dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan} \\ &\text{punch} + \text{Tinggi cup} \\ &= 167 \text{ mm} + 199 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 100 \text{ mm} \\ &= 529,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan ketinggian ruang kerja maksimum dibutuhkan saat melakukan proses ironing tahap ke-tiga ( $h_3$ ) yaitu sebesar 529,5 mm. Sehingga pilar *frame* harus dirancang sedemikian rupa sehingga ketika aktuator hidrolik berada pada posisi paling atas, harus terdapat ruang kerja setinggi 529,5 mm antara *ram* dengan *bed*.

## 5.2 Perhitungan Las

Sambungan las yang menerima beban kritis terletak pada bagian sambungan antara dudukan aktuator hidrolik dengan pilar seperti ditunjukkan dalam gambar 5.11. Pada sambungan ini digunakan las listrik SMAW dengan jenis sambungan las siku pada delapan sisi pengelasan dengan panjang 130mm untuk tiap sisinya.





**Gambar 5.11** posisi pengelasan dudukan aktuator

- Panjang total pengelasan yang dilakukan adalah:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} &= 16 \times \text{tinggi dudukan aktuator} \\
 &= 16 \times 130\text{mm} \\
 &= 2,08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Ketebalan plat yang akan disambung pada sisi dudukan aktuator maupun pilar adalah sama, yaitu 12 mm. Sehingga ketebalan kampuh maksimum dan minimumnya adalah:

$$\begin{aligned}
 tw_{\text{max}} &= 0,7 \times \text{tebal plat} \\
 &= 0,7 \times 12\text{mm} \\
 &= 8,4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 tw_{\text{min}} &= \sqrt{t} - 0,5\text{mm} \\
 &= \sqrt{12\text{mm}} - 0,5\text{mm} \\
 &= 2,96 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Ketebalan kampuh yang dibutuhkan adalah:

$$t_w = \frac{F}{L \cdot S_{syp}}$$

Keterangan :

F = Gaya hidrolis

L = Panjang las total

Ssyp = Shear yield point logam induk

Maka:

$$t_w = \frac{147150N}{2,08m \cdot 117,5MPa} = 0,6 \text{ mm.}$$

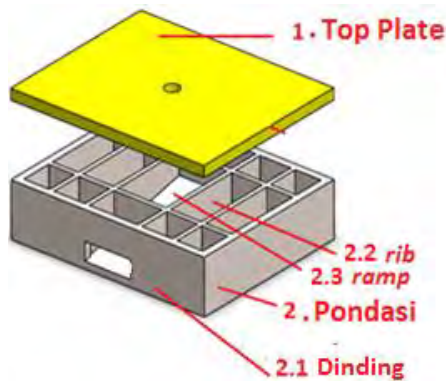
- Karena ketebalan kampuh yang dibutuhkan ( $t_w$ ) lebih kecil daripada batas minimum yang disyaratkan ( $t_{w_{min}}$ ), maka ketebalan kampuh las yang digunakan disesuaikan dengan batas minimum tersebut, yaitu sebesar **3mm**.

### 5.3 Perancangan Proses Pembuatan Komponen *Frame*

Proses pembuatan frame dibagi menjadi 4 tahap, yaitu proses pembuatan *bed*, proses pembuatanudukan aktuator hidrolis, proses pembuatan pilar, dan proses penyambungan.

#### 5.3.1 Proses Pembuatan *Bed*

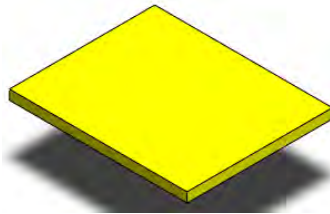
*Bed* terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian *top plate* dan bagian pondasi, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.12. Proses pembuatan *bed* meliputi proses pemotongan, pembuatan lubang, dan pengelasan dari kedua bagian tersebut.



**Gambar 5.12** Bagian-bagian *Bed*

#### **A. Pembuatan *Top Plate***

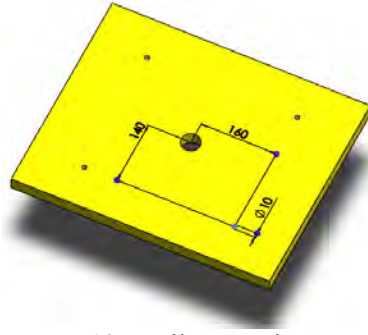
Untuk membuat bagian *top plate* digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 30 mm dan ukuran penampang 600 x 600 mm. Lembaran tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 550 x 450 mm sehingga dihasilkan lembaran seperti pada gambar 5.13.



**Gambar 5.13** Lempeng *top plate*

Kemudian dilakukan pembuatan lubang berdiameter 40mm di bagian tengah lempengan yang dilakukan menggunakan mesin *freis* dengan pahat *end mill* berdiameter 40mm. Kemudian dilakukan pembuatan lubang berdiameter 10 mm sebanyak 4 buah menggunakan pahat drill di keempat sudut *bed* sebagai tempat bertumpunya baut pengikat *T-slot base plate*. Terakhir dilakukan pembuatan ulir di keempat lubang tersebut

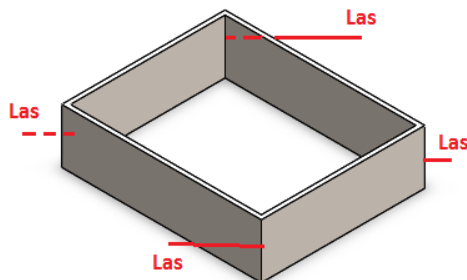
menggunakan pahat *tap drill*. Hasil pengerjaan *Top Plate* dapat dilihat seperti pada gambar 5.14.



**Gambar 5.13** Hasil pengerjaan *top plate*

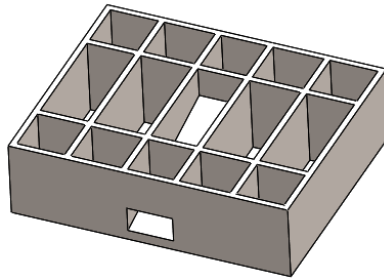
### B. Pembuatan Pondasi

Untuk membuat bagian pondasi digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 10 mm. Material tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 550 x 150 mm sebanyak 2 buah dan ukuran 450 x 150 mm sebanyak 2 buah. Keempat lembar plat hasil pemotongan tersebut kemudian di-las menggunakan las siku sehingga membentuk sebuah dinding persegi empat seperti pada gambar 5.14.



**Gambar 5.14** Dinding pondasi

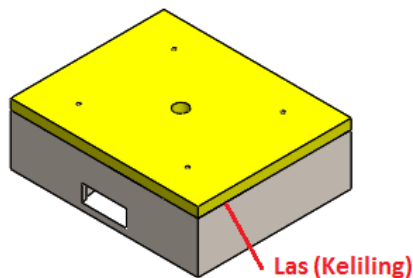
Kemudian dilakukan proses pembuatan *ribs* menggunakan material yang sama. Material dipotong menjadi berukuran 550 x 150 mm sebanyak 2 buah dan ukuran 94,5 x 150 mm sebanyak 8 buah. Sepuluh lembar plat hasil pemotongan tersebut kemudian disambungkan dengan dinding pondasi dengan cara di-las menggunakan las siku sehingga membentuk sebuah dinding persegi empat seperti pada gambar 5.15



. Gambar 5.15 Pondasi

### C. Proses Penyambungan

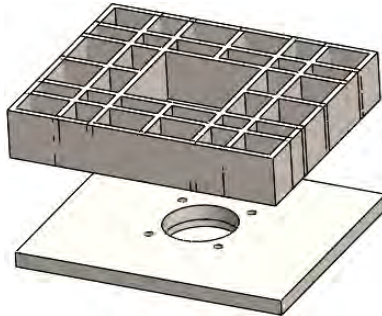
Tahap terakhir dari pembuatan bed adalah tahap penyambungan komponen *top plate* dan Pondasi. Penyambungan dilakukan dengan las di sepanjang keliling *top plate*, sehingga dihasilkan *bed* yang sudah jadi seperti pada gambar 5.16.



Gambar 5.16 Bed

### 5.3.2 Proses Pembuatan Dudukan Aktuator

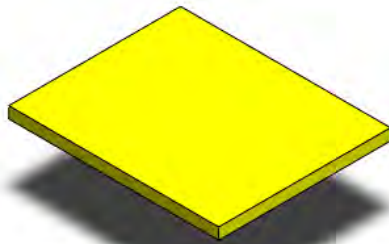
Dudukan aktuator terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian *bottom plate* dan bagian pondasi, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.17. Proses pembuatan *bed* meliputi proses pemotongan, pembuatan lubang, dan pengelasan dari kedua bagian tersebut.



**Gambar 5.17** Bagian-bagian dudukan aktuator

#### A. Pembuatan *Bottom Plate*

Untuk membuat bagian *bottom plate* digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 30 mm dan ukuran penampang 600 x 600 mm. Lembaran tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 550 x 450 mm sehingga dihasilkan lembaran seperti pada gambar 5.18.



**Gambar 5.18** Lempeng *bottom plate*

Selanjutnya dilakukan pembuatan lubang berdiameter 145 mm di bagian tengah lempengan yang dilakukan menggunakan mesin *freis* dengan pahat *slab mil*. Kemudian

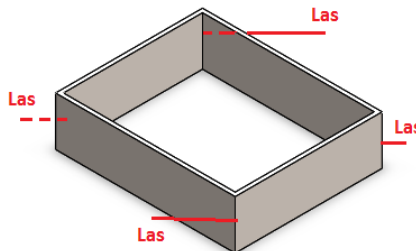
dilakukan pembuatan lubang berdiameter 10 mm sebanyak 4 buah menggunakan pahat drill sebagai tempat bertumpunya baut pengikat silinder hidrolik. Terakhir dilakukan pembuatan ulir di keempat lubang tersebut menggunakan pahat *tap drill*. Hasil pengerjaan *Top Plate* dapat dilihat seperti pada gambar 5.19.



**Gambar 5.19** Hasil pengerjaan *top plate*

### B. Pembuatan Pondasi

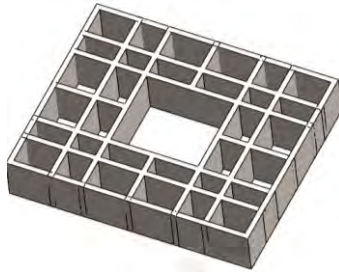
Untuk membuat bagian pondasi digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 10 mm. Material tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 550 x 150 mm sebanyak 2 buah dan ukuran 450 x 150 mm sebanyak 2 buah. Keempat lembar plat hasil pemotongan tersebut kemudian di-las menggunakan las siku sehingga membentuk sebuah dinding persegi empat seperti pada gambar 5.20.



**Gambar 5.20** Dinding pondasi

Kemudian dilakukan proses pembuatan *ribs* menggunakan material yang sama. Material dipotong menjadi berukuran 526 x 100 mm sebanyak 4 buah dan ukuran 426 x 100

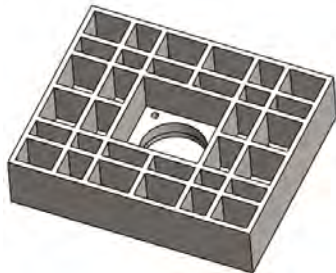
mm sebanyak 4 buah. Delapan lembar plat hasil pemotongan tersebut kemudian disambungkan dengan dinding pondasi dengan cara di-las menggunakan las siku sehingga membentuk sebuah dinding persegi empat seperti pada gambar 5.21



. **Gambar 5.21** Pondasi Dudukan Aktuator

### C. Proses Penyambungan

Tahap terakhir dari pembuatan dudukan aktuator adalah tahap penyambungan komponen *bottom plate* dan komponen pondasi. Penyambungan dilakukan dengan las di sepanjang keliling *bottom plate*, sehingga dihasilkan dudukan aktuator yang sudah jadi seperti pada gambar 5.22.



**Gambar 5.22** Dudukan Aktuator

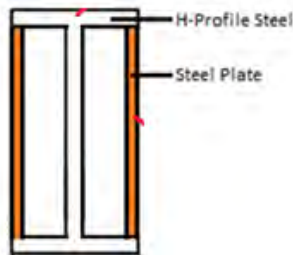
### 5.3.3 Proses Pembuatan Pilar

Proses pembuatan pilar dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:



### A. Pembuatan Kolom Utama

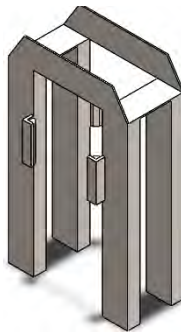
Untuk membuat bagian kolom utama, digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 10 mm dan berbentuk profil WF dengan standar ukuran 200mm x 100mm yang dipotong sepanjang 1437mm. Kedua material tersebut kemudian disambungkan menggunakan las siku sehingga membentuk profil baru seperti ditunjukkan dalam gambar 5.23.



**Gambar 5.23** Penampang melintang kolom utama

### B. Pembuatan Penghubung Kolom

Selanjutnya dilakukan pembuatan komponen penutup kolom dan penghubung kolom. Material yang digunakan adalah baja St37 dengan ketebalan 10mm. Plat kemudian dipotong dan disambung menggunakan las sehingga membentuk pilar seperti pada gambar 5.24.



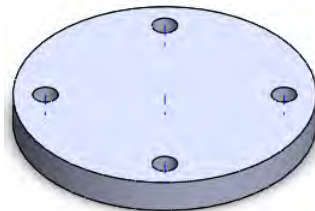
**Gambar 5.24** Hasil pengerjaan pilar

### 5.3.4 Proses Pembuatan Ram

Proses pembuatan ram meliputi proses pemotongan, pembuatan lubang, dan pengelasan dari bagian-bagian penyusunnya.

#### A. Pembuatan *flange*

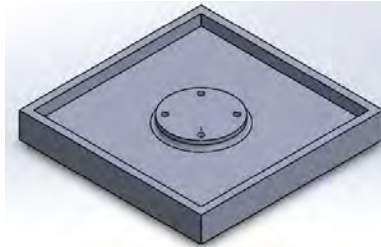
Untuk membuat bagian *flange* digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 30 mm. Lembaran tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran diameter 178mm. Setelah itu kemudian dibuat 4 buah lubang baut menggunakan pahat drill diameter 10mm. Terakhir dilakukan pembuatan ulir dengan pahat tap drill. Sehingga dihasilkan lembaran seperti pada gambar 5.25.



**Gambar 5.25** flange ram

#### B. Pembuatan *Base Plate* dan dinding

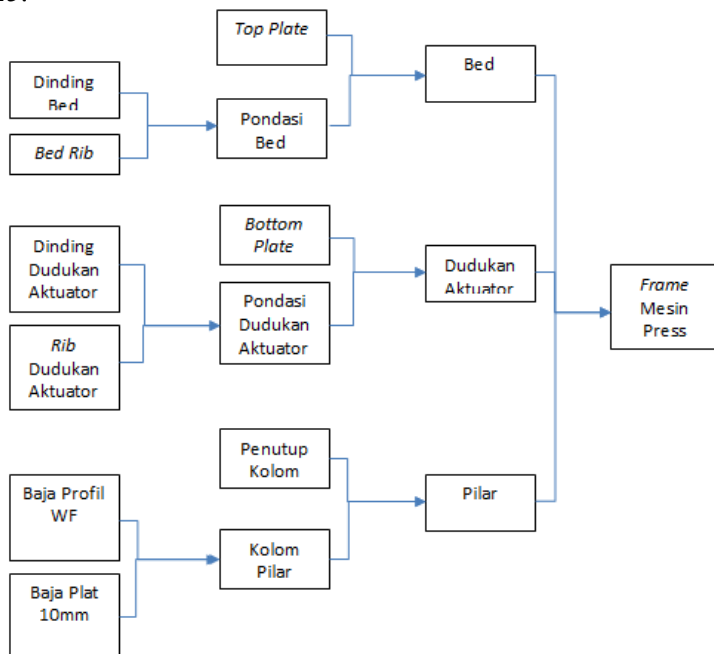
Untuk membuat bagian base plate digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 10 mm. Material tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 500 x 500 mm. Untuk membuat bagian dinding digunakan material baja St37 berbentuk lembaran dengan ketebalan 30 mm. Material tersebut kemudian dipotong menjadi berukuran 500 x 70 mm. bagian base plate dan dinding kemudian disambung dengan *flange* menggunakan las sehingga dihasilkan ram seperti pada gambar 5.26.



**Gambar 5.26** Ram

#### 5.4 Diagram Perakitan Komponen

Untuk lebih mudah memahami tahapan perakitan komponen-komponen penyusun *frame* mesin *press* hidrolik, maka proses perakitan tersebut divisualisasikan seperti pada gambar 5.25.



**Gambar 5.25** Diagram Perakitan *Frame*

*Halaman Sengaja Dikosongkan*

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari pembahasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

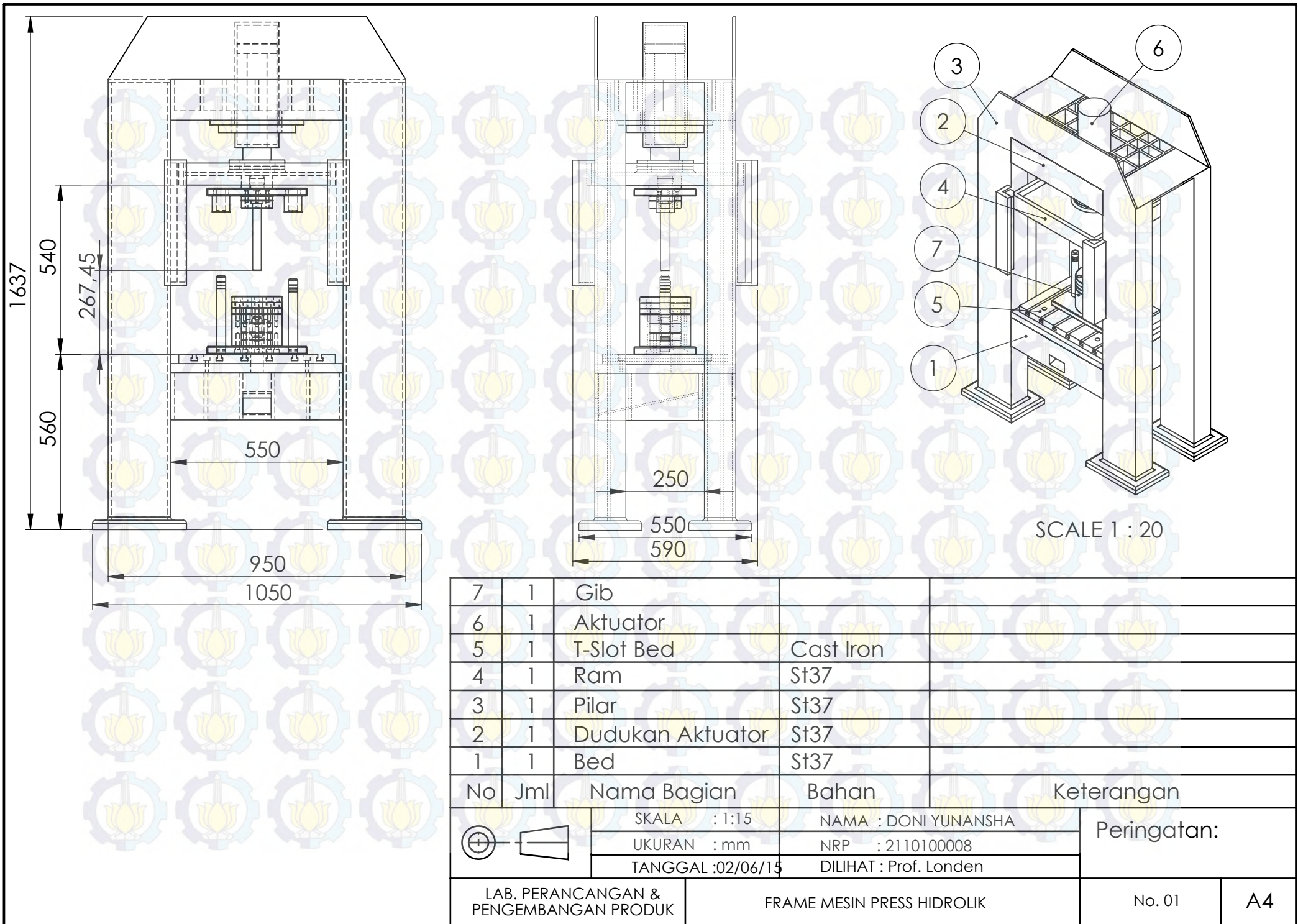
1. Dari ketiga konsep alternatif pengembangan *frame* mesin press yang dibuat, maka dipilih konsep yang paling memenuhi persyaratan, yaitu adalah *frame* dengan spesifikasi:
  - Penampang pilar : Persegi
  - Dimensi total :  $1050\text{mm} \times 590\text{mm} \times 1637\text{mm}$   
(panjang x lebar x tinggi)
  - Tebal bed : 30 mm
  - Tebal dudukan : 30 mm
2. Berdasarkan analisa tegangan diketahui bahwa tegangan maksimum yang terjadi sebesar 13,1 MPa pada bagian dudukan aktuator. Faktor keamanan yang diperoleh adalah 15,76 dan masih berada di atas faktor keamanan perancangan (3). Defleksi maksimum yang terjadi pada dies adalah 0,3 mikron. Nilai tersebut di bawah toleransi selongsong peluru sebesar 13 mikron. Oleh karena itu perancangan dinyatakan aman dan memenuhi syarat.
3. Proses pembuatan *frame* dilakukan dalam 4 tahap, yaitu proses pembuatan bed, proses pembuatan dudukan aktuator, proses pembuatan pilar, dan proses penyambungan komponen. Material yang digunakan dalam pembuatan ini adalah baja St37 profil WF dengan standar ukuran 200 mm x 100 mm dan plat dengan ketebalan 10mm dan 30mm. Proses machining dilakukan dengan mesin milling, sedangkan proses penyambungan dilakukan dengan pengelasan.

## **6.2     Saran**

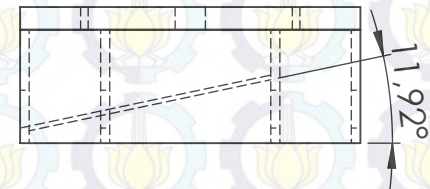
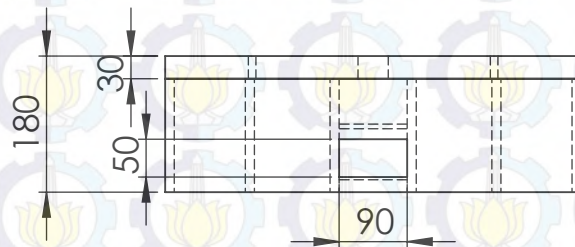
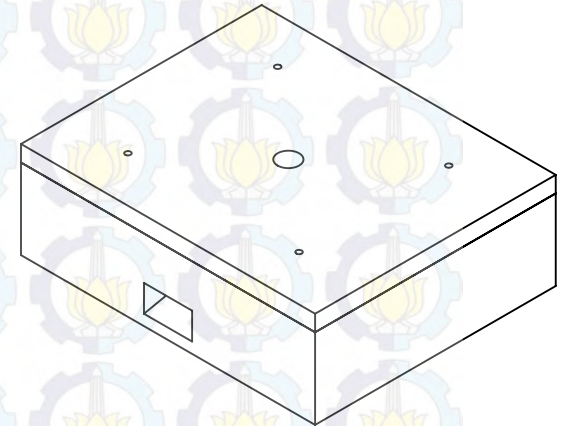
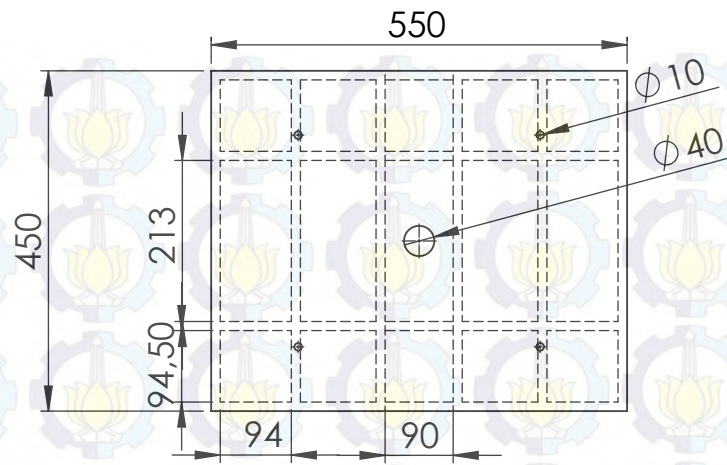
Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan analisa tegangan, defleksi, dan pembuatan animasi gerakan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batan, I.M.L. 2012. **Desain Produk**. Surabaya: Guna Widya.
- Hibbeler, R.C. 2008. **Mechanics of Materials**. New York: Pearson - Prentice Hall.
- Altan, Taylan. 1998. **Schuler Metal Forming Handbook**. Germany - Springer-Verlag
- Niemann, Gustav. 2005 . **Maschinenelemente** . Germany - Springer-Verlag
- Suratman, M. dan Juhana, Ohan. 2012. **Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO**. Bandung: Pustaka Grafika
- Wikipedia. 2014. **Selongsong Peluru**,  
URL:[http://id.wikipedia.org/wiki/Selongsong\\_peluru](http://id.wikipedia.org/wiki/Selongsong_peluru).  
*Diakses pada Maret 2015.*
- Accurate Shooter. 2015. **RWS Brass**,  
URL:<http://bulletin accurateshooter.com/2007/11/rws-brass-on-sale-at-natchez/>. *Diakses pada April 2015.*
- Enerpac. 2015. **Hydraulic Presses**,  
URL:<http://www.enerpac.com/en/industrial-tools/hydraulic-presses>. *Diakses pada April 2015.*
- CNN Indonesia. 2015. **Pindad Gunakan PMN Rp 700 Miliar untuk Tambah Produksi Peluru**,  
URL:<http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150120172948-92-26028/pindad-gunakan-pmn-rp-700-miliar-untuk-tambah-produksi-peluru>. *Diakses pada April 2015.*







SKALA : 1:10

UKURAN : mm

TANGGAL : 02/06/15

NAMA : DONI YUNANSHA

NRP : 2110100008

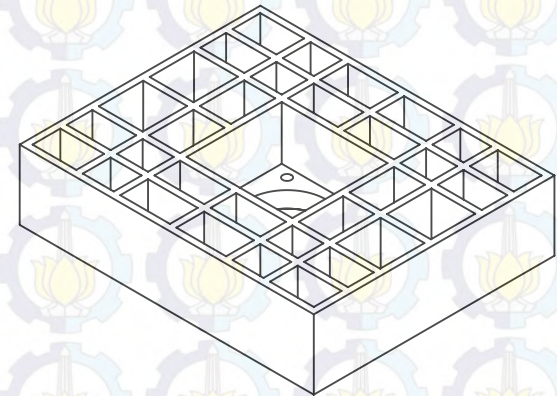
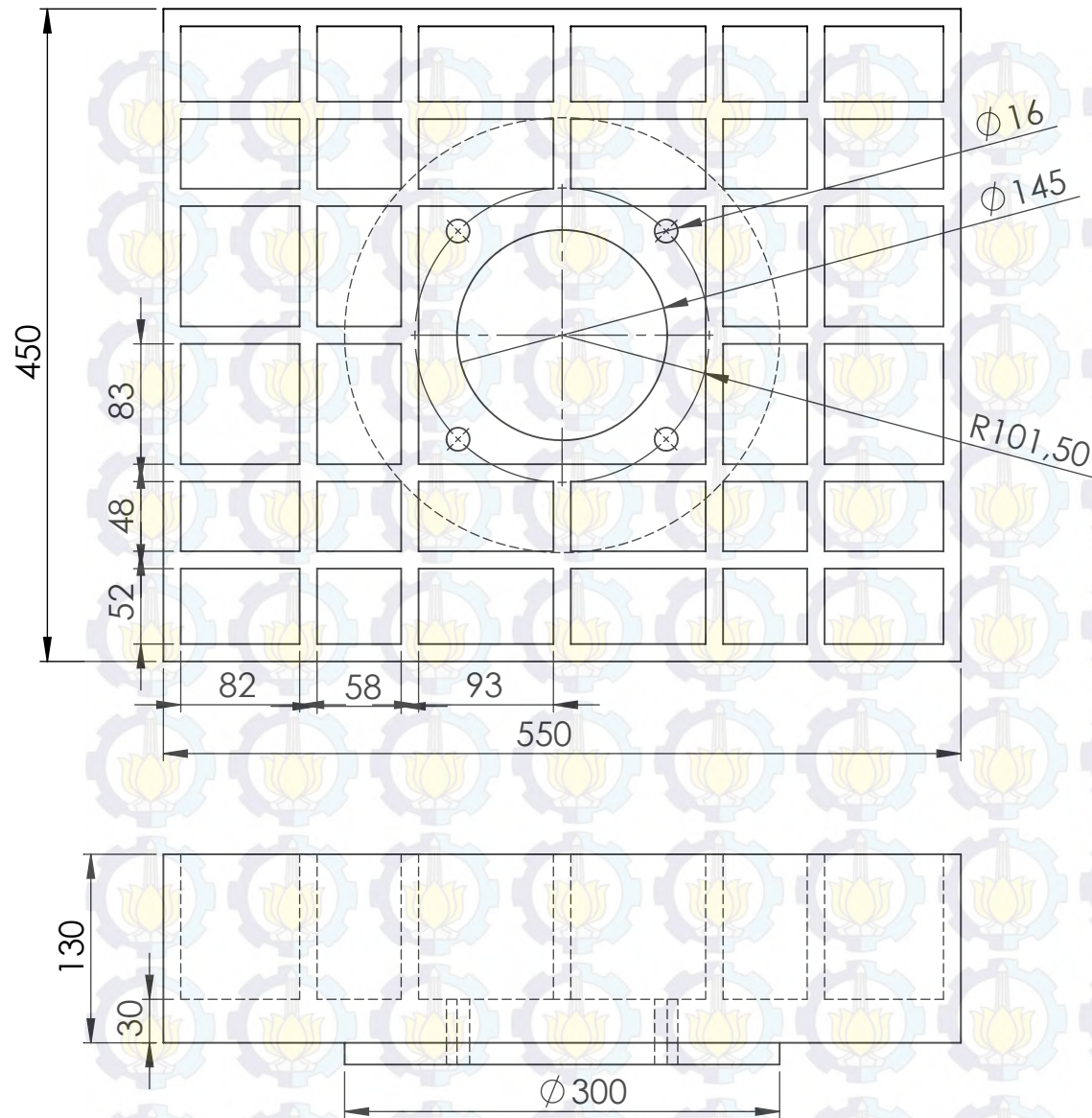
DILIHAT : Prof. London

LAB. PERANCANGAN &  
PENGEMBANGAN PRODUK

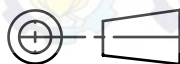
BED

No. 02

A4



SCALE 1 : 10



SKALA : 1:5

NAMA : DONI YUNANSHA

UKURAN : mm

NRP : 2110100008

TANGGAL : 02/06/15

DILIHAT : Prof. London

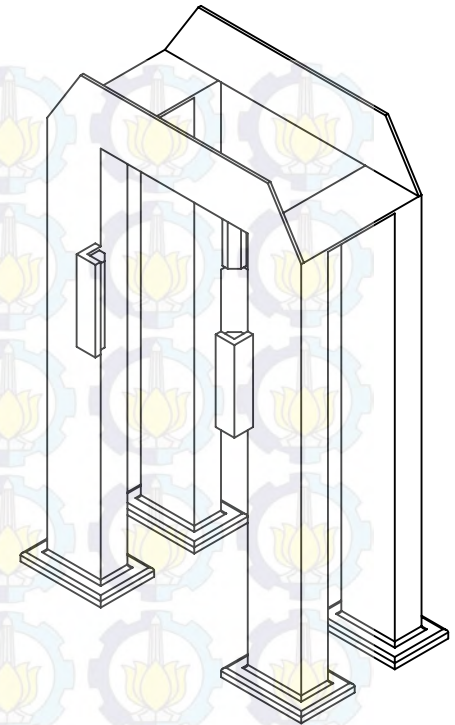
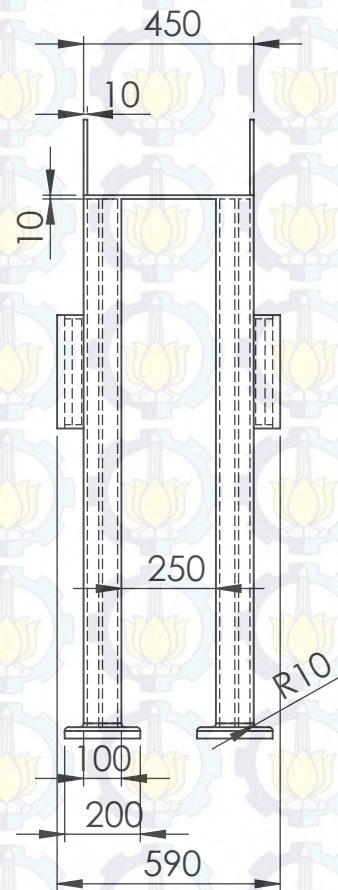
LAB. PERANCANGAN &  
PENGEMBANGAN PRODUK

DUDUKAN AKTUATOR

No. 03

A4



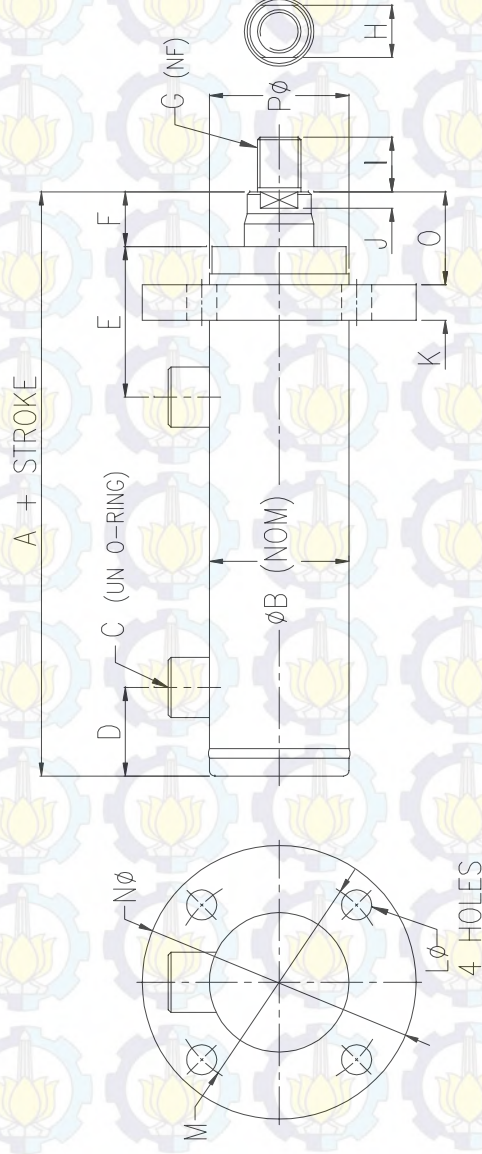


	SKALA : 1:20	NAMA : DONI YUNANSHA		
	UKURAN : mm	NRP : 2110100008		
	TANGGAL : 02/06/15	DILIHAT : Prof. Londen		
LAB. PERANCANGAN & PENGEMBANGAN PRODUK	PILAR		No. 04	A4

### Front Flange Mount Installation Guide

Order Code: FF

PART NO.	BORE	ROD	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
FF-1.5	1 1/2"	7/8"	139	51	9/16"	30	55	20	5/8"-18	16	20	10	12	11	82	100	33	50
FF-2.0	2"	1"	142	63	9/16"	30	55	25	3/4"-16	22	25	10	16	13	98	120	38	62
FF-2.5	2 1/2"	1 1/2"	167	76	3/4"	35	55	25	1 1/8"-12	32	30	15	16	13	114	135	38	75
FF-3.0	3"	1 1/2"	186	89	3/4"	35	60	30	1 1/8"-12	32	30	15	20	17	133	160	43	88
FF-3.5	3 1/2"	1 3/4"	198	101	3/4"	35	70	30	1 1/4"-12	38	35	15	20	17	145	175	45	100
FF-4.0	4"	2"	206	114	3/4"	40	70	30	1 1/2"-12	45	40	15	20	20	160	195	45	113
FF-4.5	4 1/2"	2 1/2"	228	127	7/8"	40	70	32	1 3/4"-12	57	45	15	25	20	185	220	47	126
FF-5.0	5"	2 1/2"	250	140	7/8"	45	84	32	1 3/4"-12	57	55	18	25	23	203	245	47	139
FF-5.5	5 1/2"	3"	258	156	1 1/16"	50	84	35	2 1/4"-12	70	55	18	28	27	225	275	50	155
FF-6.0	6"	3"	268	171	1 1/16"	65	84	35	2 1/4"-12	70	60	18	32	27	240	285	50	170
FF-6.5	6 1/2"	3 1/2"	271	184	1 1/16"	70	84	35	2 1/2"-12	75	65	18	36	27	255	300	50	183
FF-7.0	7"	4"	284	197	1 5/16"	70	84	35	3"-12	95	70	18	36	33	280	330	50	196
FF-7.5	7 1/2"	4"	308	210	1 5/16"	75	98	35	3"-12	95	70	18	40	33	300	350	52	209
FF-8.0	8"	4"	318	228	1 5/16"	75	98	35	3"-12	95	70	18	40	36	315	375	52	227



Ezy-Fit Hydraulics

19 Acrylon Road, Salisbury South SA 5106

Telephone: (08) 8281 0955 Facsimile: (08) 8281 1698

<http://www.ezyfit.com.au> email: [info@ezyfit.com.au](mailto:info@ezyfit.com.au)



## BIODATA PENULIS



Doni Yunansha Hadioetojo, lahir di kota Serang 27 Juni 1992 merupakan anak ke dua dari 2 bersaudara pasangan Bapak Ir. Istianto, M.Eng. dan Ibu Moedjiati, serta adik dari Linda Maysha, S.Psi. Penulis mengenyam pendidikan di SD dan SMP Mardi Yuana Cilegon, kemudian melanjutkan studi di SMA Tarakanita Gading Serpong dan pada saat menulis biodata ini penulis sedang menuntaskan laporan tugas akhir sebagai mahasiswa

S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Surabaya.

Selama kuliah, banyak hal yang dilakukan penulis antara lain menjadi asisten dosen untuk mata kuliah *Computer Aided Design*, menjadi asisten praktikum di laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk, menjadi panitia dalam berbagai kegiatan, serta aktif dalam Program Kreativitas Mahasiswa hingga mendapatkan penghargaan setara emas dalam ajang Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional XXVI. Penulis dapat dihubungi melalui email: [doni.hadioetojo@yahoo.com](mailto:doni.hadioetojo@yahoo.com).

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagian-bagian peluru.....	1
Gambar 1.2. Mesin <i>Press</i> yang Sudah Ada .....	2
Gambar 2.1. Bagian-bagian <i>frame</i> mesin <i>press</i> .....	6
Gambar 2.2. Jenis-jenis <i>gib</i> .....	6
Gambar 3.1 Mesin <i>press</i> yang akan dikembangkan .....	18
Gambar 3.2 Diagram alir perancangan.....	20
Gambar 4.2 Alternatif 1 .....	23
Gambar 4.3 Hasil analisa tegangan konsep alternatif 1 .....	25
Gambar 4.4 Hasil analisa defleksi konsep alternatif 1 .....	25
Gambar 4.5 Alternatif 2.....	26
Gambar 4.6 Hasil analisa tegangan konsep alternatif 2 .....	27
Gambar 4.7 Hasil analisa defleksi konsep alternatif 2 .....	28
Gambar 4.8 Penampang melintang dari pilar .....	28
Gambar 4.9 Alternatif pengembangan 3.....	29
Gambar 4.10 Hasil analisa tegangan konsep alternatif 3 .....	30
Gambar 4.11 Hasil analisa defleksi konsep alternatif 3 .....	31
Gambar 5.1 Hasil Pemodelan 3D <i>Bed</i> .....	35
Gambar 5.2 Bagian dalam <i>bed</i> .....	36
Gambar 5.3 <i>free body diagram bed</i> .....	36
Gambar 5.4 Hasil simulasi tegangan <i>bed</i> .....	38
Gambar 5.5 Hasil simulasi defleksi <i>bed</i> .....	38
Gambar 5.6 Hasil pemodelan 3D dudukan aktuator .....	39
Gambar 5.7 <i>free body diagram</i> dudukan aktuator .....	40
Gambar 5.8 Hasil simulasi tegangan dudukan aktuator .....	41
Gambar 5.9 Hasil simulasi defleksi dudukan aktuator .....	42
Gambar 5.10 Hasil pemodelan 3D pilar <i>frame</i> .....	43
Gambar 5.11 posisi pengelasan dudukan aktuator .....	45
Gambar 5.12 Bagian-bagian <i>Bed</i> .....	47
Gambar 5.13 Lempeng <i>top plate</i> .....	47
Gambar 5.13 Hasil pengerjaan <i>top plate</i> .....	48
Gambar 5.14 Dinding pondasi.....	48
Gambar 5.15 Pondasi .....	49
Gambar 5.16 <i>Bed</i> .....	49

Gambar 5.17 Bagian-bagian dudukan aktuator .....	50
Gambar 5.18 Lempeng <i>bottom plate</i> .....	50
Gambar 5.19 Hasil pengerjaan <i>top plate</i> .....	51
Gambar 5.20 Dinding pondasi .....	51
Gambar 5.21 Pondasi Dudukan Aktuator .....	52
Gambar 5.22 Dudukan Aktuator .....	52
Gambar 5.23 Penampang melintang kolom utama .....	53
Gambar 5.24 Hasil pengerjaan pilar .....	53
Gambar 5.25 flange ram .....	54
Gambar 5.26 Ram .....	55
Gambar 5.27 Diagram Perakitan <i>Frame</i> .....	55

# Perancangan *Frame* Mesin Press Hidrolik Untuk Proses *Ironing* Selongsong Peluru Kaliber 20 Milimeter

Doni Yunansha<sup>1)</sup>, I Made Londen Batan<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
londbatan@me.its.ac.id

**Abstrak.** Untuk memenuhi kekurangan produksi selongsong peluru Indonesia, maka diperlukan sebuah mesin press. Untuk itu dilakukan pengembangan frame mesin press yang sudah ada di ITS, agar sesuai dengan kebutuhan proses ironing selongsong peluru kaliber 20mm. Pengembangan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu studi literatur, pengembangan 3 buah konsep alternatif, pemilihan konsep, analisa tegangan & defleksi frame, perancangan komponen secara detail dari konsep terpilih, dan perancangan proses pembuatannya. Didapatkan hasil berupa rancangan frame mesin press hidrolik dengan jenis struktur closed-frame empat pilar dengan penampang melintang persegi yang dibuat menggunakan plat baja dengan ketebalan 10 mm dan baja profil WF. Bagian bed danudukan aktuator hidrolik dibuat menggunakan plat dengan tebal 30mm sebagai alasnya dan diperkuat dengan sirip-sirip setebal 10 mm yang diposisikan tegak lurus terhadap alas. Bed dengan ukuran 550 mm x 450 mm dilengkapi dengan lubang berdiameter 40 mm di bagian tengah dan sebuah ramp di bagian dalam agar selongsong peluru hasil ironing dapat jatuh dengan sendirinya ke dalam wadah terpisah. Frame memiliki dimensi keseluruhan sebesar 1050mm x 590mm x 1637mm. Didapatkan tegangan maksimum sebesar 13,1 MPa yang terjadi pada bagian dudukan aktuator dan faktor keamanan terendah yang diperoleh adalah 15,76, berada di atas faktor keamanan perancangan sebesar 3. Defleksi maksimum yang terjadi pada dies adalah 0,3 mikron. Berada di bawah defleksi bed maksimum yang diijinkan sebesar 13 mikron. Proses machining dilakukan dengan mesin milling, sedangkan proses penyambungan dilakukan dengan pengelasan.

**Kata Kunci :** frame, mesin press, selongsong peluru, tegangan, defleksi

## PENDAHULUAN

Di tengah kondisi politik dan ekonomi dunia yang tidak menentu ini tentu diperlukan pertahanan nasional yang kuat. Terlebih lagi untuk Indonesia yang merupakan negara kepulauan maka diperlukan pertahanan militer yang didukung oleh supply persenjataan dan amunisi yang terjamin.

Secara umum, peluru terdiri dari 5 bagian, yaitu proyektil, selongsong, propelan, rim, dan primer, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1 (a). Pada tahap awal pembuatan selongsong peluru, plat dipotong melalui proses blanking, kemudian dibentuk menjadi cup melalui proses deep drawing. Material kemudian memasuki sebuah proses *metal forming* yang disebut dengan *ironing*, yaitu sebuah teknik pembentukan logam dengan cara menipiskan dinding bagian luarnya sehingga mendapatkan ketebalan produk yang *uniform* di semua bagian dindingnya. Setelah proses ironing dilakukan, kelebihan tinggi dinding dari hasil ironing akan dipotong dan dilanjutkan dengan proses head

pressing pada dies yang berbeda. Terakhir dilakukan pembentukan neck dan rim hingga berbentuk selongsong yang siap pakai.

Produksi selongsong peluru Indonesia saat ini masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan persenjataan seluruh kesatuan militer. Untuk membantu memenuhi kekurangan tersebut maka diperlukan mesin press yang dapat digunakan untuk membuat selongsong peluru.

Pada saat ini di kampus ITS sudah terdapat sebuah mesin press hidrolik berkapasitas 9,4 ton yang ditunjukkan dalam gambar 1.2. Sedangkan untuk melakukan proses ironing selongsong peluru kaliber 20mm dibutuhkan gaya pembentukan sebesar 5 ton dan faktor keamanan sebesar 3 [Gandi, 2015]. Ketinggian bed-nya juga tidak dapat diatur, yang disebabkan karena geometri dari pilar (silinder) dan dimensinya yang terlalu kecil, seperti yang ditunjukkan dalam lingkaran merah pada gambar 1.2 tersebut. Selain itu kondisi pilar juga sudah kurang baik dan berkarat, sehingga dapat dipastikan kekuatan strukturalnya sudah menurun, sehingga rangka mesin press tersebut tidak mampu untuk menopang proses ironing. Oleh karena itu, maka pada Tugas Akhir ini dilakukan pengembangan frame mesin press agar didapat frame berkapasitas 5 ton yang sesuai untuk proses ironing selongsong peluru kaliber 20mm. Mesin press yang ada di kampus ITS tersebut memiliki tinggi total 935 mm, lebar total 400 mm, panjang total 650 mm, stroke aktuator 500 mm, dan gaya tekan maksimum 9,4 ton.

## I. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Studi Literatur dan Lapangan

Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai bentuk frame yang umum digunakan beserta bagian-bagian komponennya dari buku-buku referensi, katalog, dan jurnal yang berkaitan dengan pengembangan frame. Selain itu juga dilakukan studi literatur mengenai teori-teori pengembangan produk dan analisa tegangan baik secara manual maupun dengan bantuan software.

Studi lapangan dilakukan dengan cara mengamati, mengukur geometri, dan mencatat spesifikasi dari mesin press yang sudah ada. Setelah itu dilakukan pembuatan gambar teknik dan model 3D menggunakan software untuk mempermudah proses pengembangan frame ini. Gambar 1 menunjukkan kondisi mesin press yang akan dikembangkan.





Gambar 1. Mesin Press di ITS

### B. Pengembangan dan Pemilihan Konsep Frame

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap frame yang sudah ada saat ini, serta dilakukan analisa untuk menentukan pengembangan apa saja yang harus dilakukan agar mesin press ini dapat memenuhi fungsi yang diinginkan nantinya. Kemudian dibuat konsep alternatif pengembangan desain frame yang didasarkan pada desain lama. Konsep alternatif dibuat sebanyak tiga buah, selanjutnya dilakukan pemilihan konsep dengan mengevaluasi kekurangan dan kelebihan dari masing-masing konsep.

### C. Perancangan Komponen

Pada tahap ini dilakukan perancangan setiap komponen penyusun frame mesin press yang desainnya berdasarkan pada alternatif konsep yang terpilih. Pemilihan spesifikasi setiap komponen juga mempertimbangkan ketersediaannya di pasaran agar proses pembuatannya menjadi lebih mudah. Komponen yang dirancang adalah meliputi *Bed*, dudukan aktuator, dan pilar.

### D. Analisa Kekuatan Material

Setelah didapatkan desain dan spesifikasi untuk setiap komponennya, maka dilakukan perhitungan kekuatan material secara manual. Selain itu juga dibuat model 3D-nya untuk disimulasikan kekuatan material dan defleksinya menggunakan software. Penyesuaian akan terus dilakukan agar desain frame dengan mempertimbangkan aspek fungsi, keamanan, dan estetika.

### E. Menggambar Detail Frame

Setelah dilakukan perancangan dan analisa kekuatan material dari tiap komponen kritis maka geometri dan dimensi dari tiap komponen diketahui, sehingga dapat dibuat gambar teknik dari frame yang akan dibuat.

### F. Perancangan Proses Pembuatan Frame

Pada tahap ini dilakukan perancangan tahapan proses pembuatan frame, mulai dari pemilihan material, proses pemesinan, hingga proses penyambungan. Komponen yang dirancang proses pembuatannya meliputi *bed*, dudukan aktuator, pilar, dan *ram*.

cacat pada produk. Dalam aplikasinya, selongsong peluru akan dimasukkan ke dalam laras saat akan ditembakkan dan kemudian dikeluarkan lagi untuk dibuang. Agar proses memasukkan dan mengeluarkan selongsong peluru dapat berjalan dengan baik maka suaian antara dinding luar selongsong peluru dan dinding dalam laras tidak boleh terlalu sesak. Sedangkan untuk menjaga keakuratan tembakan dan mencegah kebocoran ledakan, maka suaian juga tidak boleh terlalu longgar.

Berdasarkan rekomendasi dari ISO nomor 1829-1975 didapatkan jenis suaian yang paling cocok adalah Close Running-fit dimana jenis suaian ini memungkinkan kedua komponen bergerak sliding tanpa menggunakan pelumasan dimana pasangan suaianya adalah H7 untuk lubang dan g6 untuk poros. Dalam hal ini laras senapan dianggap sebagai lubang dan selongsong peluru dianggap sebagai poros. Berdasarkan rekomendasi dari buku Menggambar Teknik Mesin (Ohan, 2012) didapatkan nilai toleransi untuk selongsong peluru diameter 29,5 mm dengan kualitas toleransi 6 sebesar 0,013 mm. Yang berarti pergeseran titik kontak antara die dan selongsong tidak boleh melebihi nilai toleransi ini agar produk selongsong peluru tidak dianggap cacat.

### B. Daftar Kebutuhan

Dalam melakukan pengembangan diperlukan penyusunan daftar kebutuhan yang digunakan sebagai acuan agar lebih fokus dalam menentukan konsep pengembangan. Selain syarat kapasitas minimal 5 ton, jarak bed dengan ram minimum 530mm, dan ukuran bed minimal 450x400mm, daftar kebutuhan untuk pengembangan frame dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

No.	Kriteria	Uraian Kebutuhan	Syarat/Harapan
1	Fleksibilitas posisi <i>bed</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posisi <i>bed</i> bisa dinaik-turunkan</li> <li>Pengaturan posisi <i>bed</i> tidak membutuhkan alat bantu</li> </ul>	Harapan Harapan
2	Biaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga material tidak tinggi</li> <li>Biaya pembuatan tidak tinggi</li> </ul>	Harapan Harapan
3	Aksesibilitas operator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benda kerja dapat diakses operator dengan mudah dari sisi depan</li> <li>Benda kerja dapat diakses dari sisi depan maupun samping</li> </ul>	Syarat Harapan
4	Kekuatan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuat menahan beban press maksimum sebesar 5 ton</li> <li>Defleksi horizontal yang terjadi pada bibir dies yang kontak dengan benda kerja maksimum sebesar 0,013 mm</li> </ul>	Syarat Syarat
5	Proses Manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat dibuat dengan proses manufaktur konvensional</li> </ul>	Harapan
6	Berat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudah diangkat dan dipindahkan</li> </ul>	Harapan
7	Pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudah dipelihara</li> <li>Mudah diperbaiki tanpa membutuhkan <i>special tools</i></li> </ul>	Syarat Harapan

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

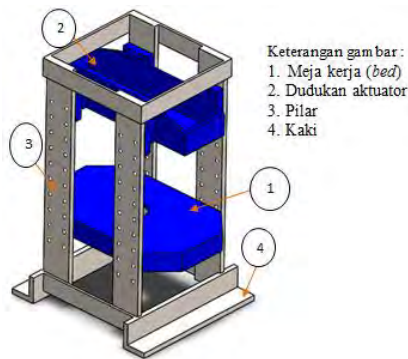
### A. Penentuan Kriteria Defleksi Bed

Defleksi maksimum yang diijinkan pada bed ditentukan berdasarkan kebutuhan proses ironing selongsong peluru kaliber 20 milimeter. Dalam hal ini bed harus dibuat sedemikian rupa sehingga defleksinya tidak mengakibatkan

### C. Pengembangan Konsep Frame

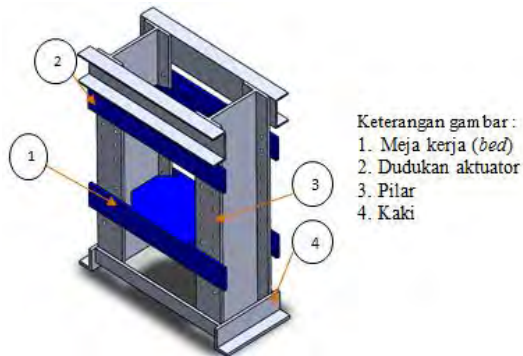
Konsep pertama dibuat dengan tetap menggunakan bed dan dudukan aktuator dari mesin press yang sudah ada. Sedangkan seluruh bagian lainnya dibuat dari plat baja St37 dengan ketebalan 20mm. Pada konsep ini digunakan pasak sebagai penghubung bed dengan frame. Rancangan dari

alternatif pengembangan 1 dapat dilihat seperti pada gambar 2.



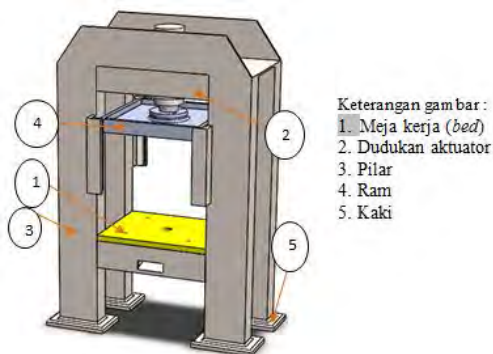
Gambar 2. Konsep Alternatif 1

Konsep 2 dibuat dengan tetap menggunakan bed dan dudukan aktuator dari mesin press yang sudah ada. Sedangkan seluruh bagian lainnya dibuat dari baja profil WF dengan ukuran 400x200mm dan plat baja St37 dengan ketebalan 20mm. Pada konsep ini digunakan baut sebagai penghubung bed dengan frame. Rancangan dari alternatif pengembangan 2 dapat dilihat seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Konsep Alternatif 2

Konsep ke tiga dibuat dengan menggunakan baja profil WF dengan ukuran 200mmx100mm yang ditutup dengan plat baja St37 dengan ketebalan 18mm sebagai pilarnya. Penampang melintang dari pilar ini dapat dilihat seperti pada gambar 4.8. Bagian-bagian lain dibuat menggunakan plat baja St37 dengan ketebalan 18mm.



Gambar 4. Konsep Alternatif 3

#### D. Pemilihan Konsep

Setelah dilakukan analisa tegangan dan analisa defleksi terhadap ketiga konsep alternatif, maka selanjutnya dilakukan pemilihan konsep dengan kriteria dan hasil penilaian dari tiap konsep seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan Konsep

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Fleksibilitas posisi bed	Ketinggian bed mudah diatur karena menggunakan pasak	Ketinggian bed bisa diatur tetapi tidak praktis karena menggunakan baut	Ketinggian bed tidak dapat diatur
Massa	302 kg	780 kg	726 kg
Estimasi Biaya Material	Rp 3.600.000	Rp 9.360.000	Rp 8.712.000
Aksesibilitas operator	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.	Benda kerja hanya dapat diakses oleh operator dari sisi depan dan belakang	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.
Kekakuan konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,53 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi bed maksimum sebesar 0,042 mm</li> <li>Kekakuan sambungan rendah karena menggunakan pasak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,88 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi bed maksimum 0,052 mm</li> <li>Kekakuan sambungan sedang karena menggunakan baut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defleksi horizontal maksimum dies sebesar 0,30 mikron ke arah luar</li> <li>Defleksi bed maksimum sebesar 0,012 mm</li> <li>Kekakuan sambungan tinggi karena menggunakan las</li> </ul>
Kemudahan proses manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan mudah dilakukan</li> <li>Diperlukan pemotongan plat menjadi beberapa bagian untuk dijadikan pilar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan membutuhkan kepresisian yang lebih tinggi</li> <li>Pembuatan pilar tidak membutuhkan banyak langkah pemotongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak membutuhkan proses pembuatan lubang</li> <li>Pembuatan pilar tidak membutuhkan banyak langkah pemotongan</li> </ul>

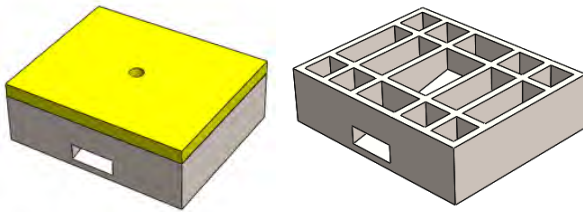
Berdasarkan tabel pemilihan konsep di atas dapat dilihat bahwa alternatif 1 memiliki massa dan harga material yang paling rendah, dengan harga material St37 Rp 12.000 per kg, didapat biaya material sebesar Rp 3.600.000. Seluruh konsep alternatif memenuhi kriteria defleksi horizontal maksimum pada bibir dies, tetapi konsep 3 memiliki nilai defleksi yang jauh lebih kecil dibandingkan konsep 1 dan 2. Besar defleksi pada bagian ini sangat penting dalam proses ironing karena akan berpengaruh langsung pada diameter selongsong yang dihasilkan. Sehingga konsep yang terpilih adalah konsep alternatif 3.

#### E. Perancangan Bed

Meja kerja atau bed merupakan salah satu bagian penting dari mesin press yang berfungsi sebagai dudukan tempat diletakkannya dies. Dalam penggunaannya, bed juga akan menerima gaya tekan yang sangat besar. Dalam perancangan ini bed harus dapat menerima beban press sebesar 53.107N tanpa mengalami kegagalan.

Desain bed secara utuh dapat dilihat pada gambar 5. Seluruh bagian bed dibuat menggunakan material baja St37, dengan ukuran penampang bed sebesar 550x450mm. Bagian permukaan bed terbuat dari plat dengan ketebalan 30mm. Bagian tengah dari permukaan bed dibuat berlubang agar produk selongsong peluru yang dihasilkan dapat langsung jatuh ke bagian bawah bed.

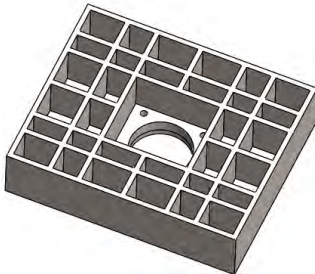
Bagian dalam bed dibuat bersekat-sekat menggunakan plat baja dengan tebal 12mm agar struktur bed menjadi lebih rigid. Pada bagian tengah dibuat sebuah bidang miring (ramp) sebagai tempat jatuhnya selongsong peluru yang kemudian akan menggelinding dan keluar melalui lubang di sisi depan. Total berat dari komponen bed ini adalah sebesar 125,1 kg.



Gambar 5. Bentuk bed

#### F. Perancangan Dudukan Aktuator

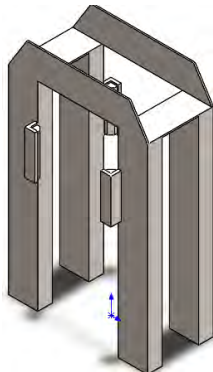
Komponen ini berfungsi sebagai tempat bertumpunya aktuator hidrolik pada frame. Dalam perancangan ini, dudukan aktuator harus dapat menerima gaya sebesar 53.107 N tanpa mengalami kegagalan. Pemodelan 3D rancangan bed ini dilakukan dengan bantuan software dan dapat dilihat seperti pada gambar 6. Seluruh bagiannya dibuat menggunakan plat baja St37 dengan ketebalan 12mm untuk bagian sekat-sekatnya dan ketebalan 30mm untuk bagian penampang bawahnya. Total berat dari dudukan aktuator ini adalah sebesar 96,6kg.



Gambar 6. Bentuk dudukan aktuator

#### G. Perancangan Pilar

Mesin press dirancang untuk dapat memberikan gaya penekanan sebesar 15 ton secara berulang-ulang dan presisi, oleh karena itu konstruksi harus kuat dan rigid (minim defleksi). Konstruksi closed-frame sangat sesuai untuk proses pengerjaan metal forming yang membutuhkan kepresisian tinggi karena jenis konstruksi ini mampu menahan beban press yang sangat besar namun dengan defleksi yang minimum. Bagian pilar frame dibuat dari gabungan baja plat dan profil-H, jenis material St37 dengan yield strength 234s MPa & tensile strength 360MPa.



Gambar 7. Hasil Pemodelan 3D pilar

#### Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 1

Diketahui:

- Ketinggian dies = 166,5 mm
- Tinggi punch = 250 mm
- Tinggi dudukan punch = 71 mm
- Tinggi ruang material cup = 40 mm

Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} h_1 &= h \text{ dies} + h \text{ punch} + h \text{ dudukan punch} + h \text{ cup} \\ &= 166,5 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + 71 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \\ &= 527,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 2

Diketahui:

- Ketinggian dies = 136,5 mm
- Tinggi punch = 220 mm
- Tinggi dudukan punch = 63,5 mm
- Tinggi ruang material cup = 75 mm

Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} h_2 &= h \text{ dies} + h \text{ punch} + h \text{ dudukan punch} + h \text{ cup} \\ &= 136,5 \text{ mm} + 220 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 75 \text{ mm} \\ &= 495 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 3

Diketahui:

- Ketinggian dies = 167 mm
- Tinggi punch = 199 mm
- Tinggi dudukan punch = 63,5 mm
- Tinggi ruang material cup = 100 mm

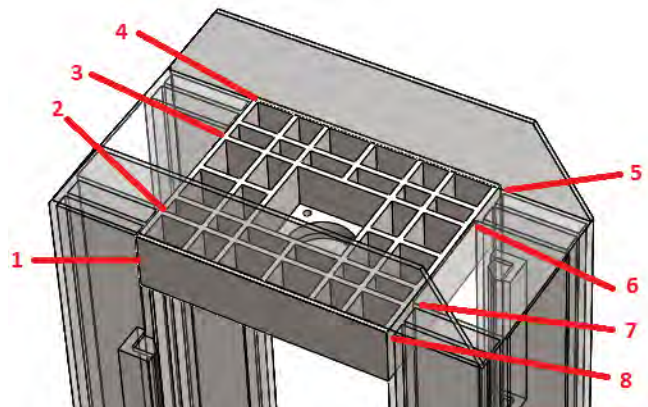
Ketinggian ruang kerja yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} h_3 &= h \text{ dies} + h \text{ punch} + h \text{ dudukan punch} + h \text{ cup} \\ &= 167 \text{ mm} + 199 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 100 \text{ mm} \\ &= 529,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan ketinggian ruang kerja maksimum dibutuhkan saat melakukan proses ironing tahap ke-tiga ( $h_3$ ) yaitu sebesar 529,5 mm. Sehingga pilar frame harus dirancang sedemikian rupa sehingga ketika aktuator hidrolik berada pada posisi paling atas, harus terdapat ruang kerja setinggi 529,5 mm antara ram dengan bed.

#### H. Perancangan Las

Sambungan las yang menerima beban kritis terletak pada bagian sambungan antara dudukan aktuator hidrolik dengan pilar seperti ditunjukkan dalam gambar 5.11. Pada sambungan ini digunakan las listrik SMAW dengan jenis sambungan las siku pada delapan sisi pengelasan dengan panjang 130mm untuk tiap sisinya.



Gambar 8. Letak kampuh las

Panjang total pengelasan yang dilakukan adalah:

$$\begin{aligned} L_{\text{total}} &= 16 \times \text{tinggi dudukan aktuator} \\ &= 16 \times 130 \text{ mm} \\ &= 2,08 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang akan disambung pada sisi dudukan aktuator maupun pilar adalah sama, yaitu 12 mm. Sehingga ketebalan kampuh maksimum dan minimumnya adalah:

$$\begin{aligned} tw_{\max} &= 0,7 \times \text{tebal plat} \\ &= 0,7 \times 12\text{mm} \\ &= 8,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} tw_{\min} &= \sqrt{t} - 0,5\text{mm} \\ &= \sqrt{12\text{mm}} - 0,5\text{mm} \\ &= 2,96 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ketebalan kampuh yang dibutuhkan adalah:

$$t_w = \frac{F}{L \cdot S_{sy}}$$

Keterangan:

F = Gaya hidrolis

L = Panjang las total

S<sub>sy</sub> = Shear yield point logam induk

Maka:

$$\begin{aligned} tw &= \frac{147150\text{N}}{2,08\text{m} \cdot 117,5\text{MPa}} \\ &= 0,6 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Karena ketebalan kampuh yang dibutuhkan ( $t_w$ ) lebih kecil daripada batas minimum yang disyaratkan ( $t_{w_{\min}}$ ), maka ketebalan kampuh las yang digunakan disesuaikan dengan batas minimum tersebut, yaitu sebesar **3mm**.

### III. KESIMPULAN

Dari ketiga konsep alternatif pengembangan frame mesin press yang dibuat, maka dipilih konsep yang paling memenuhi persyaratan, yaitu adalah frame dengan spesifikasi penampang melintang pilar persegi, dimensi total = 1050mm x 590mm x 1637mm, tebal bed 30 mm, dan tebal dudukan aktuator 30 mm.

Berdasarkan analisa tegangan diketahui bahwa tegangan maksimum yang terjadi sebesar 13,1 MPa pada bagian dudukan aktuator. Faktor keamanan yang diperoleh adalah 17,7 dan masih berada di atas faktor keamanan perancangan (3). Defleksi maksimum yang terjadi pada bed adalah 0,0123 mm. Nilai tersebut di bawah defleksi bed maksimum yang diijinkan sebesar 0,068 mm. Oleh karena itu perancangan dinyatakan aman dan memenuhi syarat.

Proses pembuatan frame dilakukan dalam 4 tahap, yaitu proses pembuatan bed, proses pembuatan dudukan aktuator, proses pembuatan pilar, dan proses penyambungan komponen. Material yang digunakan dalam proses pembuatan ini adalah baja St37 dengan bentuk profil WF dengan standar ukuran 200 mm x 100 mm dan bentuk plat dengan ketebalan 10mm dan 30mm. Proses machining dilakukan dengan mesin milling, sedangkan proses penyambungan dilakukan dengan pengelasan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis D.Y. mengucapkan terima kasih kepada U.D. Tri Laksana AIA yang telah memfasilitasi penulis dalam melakukan studi lapangan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Batan, I.M.L. *Desain Produk*. Surabaya: Guna Widya (2012)
- [2] Hibbeler, R.C. 2008. *Mechanics of Materials*. New York: Pearson - Prentice Hall.
- [3] Altan, Taylan. 1998. *Schuler Metal Forming Handbook*. Germany - Springer-Verlag
- [4] Niemann, Gustav. 2005. *Maschinenelemente*. Germany - Springer-Verlag
- [5] Wikipedia. 2014. *Selongsong Peluru*, (URL: [http://id.wikipedia.org/wiki/Selongsong\\_peluru](http://id.wikipedia.org/wiki/Selongsong_peluru))
- [6] Accurate Shooter. 2015. *RWS Brass*, (URL: <http://bulletin accurateshooter.com/2007/11/rws-brass-on-sale-at-natchez/>)
- [7] Enerpac. 2015. *Hydraulic Presses*, (URL: <http://www.enerpac.com/en/industrial-tools/hydraulic-presses>)
- [8] CNN Indonesia. 2015. *Pindad Gunakan PMN Rp 700 Miliar untuk Tambah Produksi Peluru*, (URL: <http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150120172948-92-26028/pindad-gunakan-pmn-rp-700-miliar-untuk-tambah-produksi-peluru>)





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



# PERANCANGAN FRAME MESIN PRESS HIDROLIK UNTUK PROSES IRONING SELONGSONG PELURU KALIBER 20MM

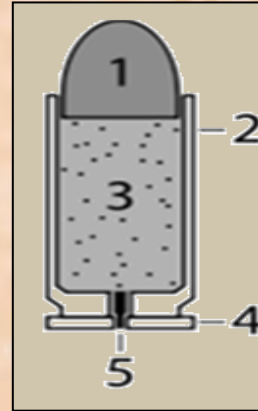
Oleh:  
Doni Yunansha  
21.10.100.008

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr-Ing. Ir. I Made Ionden B., M.Eng.

Tugas Akhir – TM 141585

# LATAR BELAKANG

- Kurangnya produksi selongsong peluru Indonesia
- Perlunya pengembangan mesin *press* untuk menjalankan proses *ironing* selongsong peluru



## TUJUAN

- Mengembangkan frame mesin *press* untuk proses *ironing* selongsong peluru kaliber 20mm, meliputi:
  - a. Pembuatan dan pemilihan konsep frame
  - b. Perancangan komponen frame
- Merancang proses pembuatan *frame* mesin *press*

# BATASAN MASALAH

- Pengembangan frame ditujukan untuk proses ironing selongsong peluru kaliber 20mm dengan gaya penekanan 5 ton.
- Proses pembentukan cup, head, neck dan rim tidak dibahas.
- Analisis hanya dilakukan pada bagian frame mesin press
- Analisis dilakukan dengan menggunakan software SOLIDWORKS
- Resultan gaya ke arah radial pada punch sama dengan nol karena konstruksi frame dianggap simetris sempurna pada pemodelan 3D nya.

# MANFAAT

- Memberikan rancangan frame mesin press hidrolik yang sesuai untuk proses outer ironing selongsong peluru
- Memberikan kontribusi pada bidang ketahanan nasional melalui bidang persenjataan.

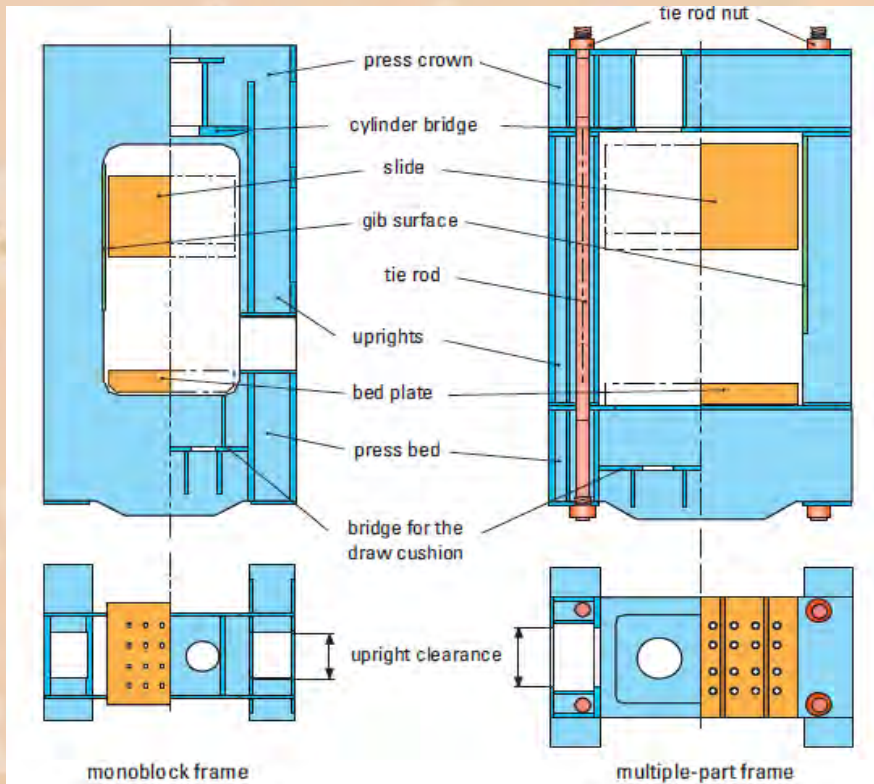


# JENIS MESIN PRESS

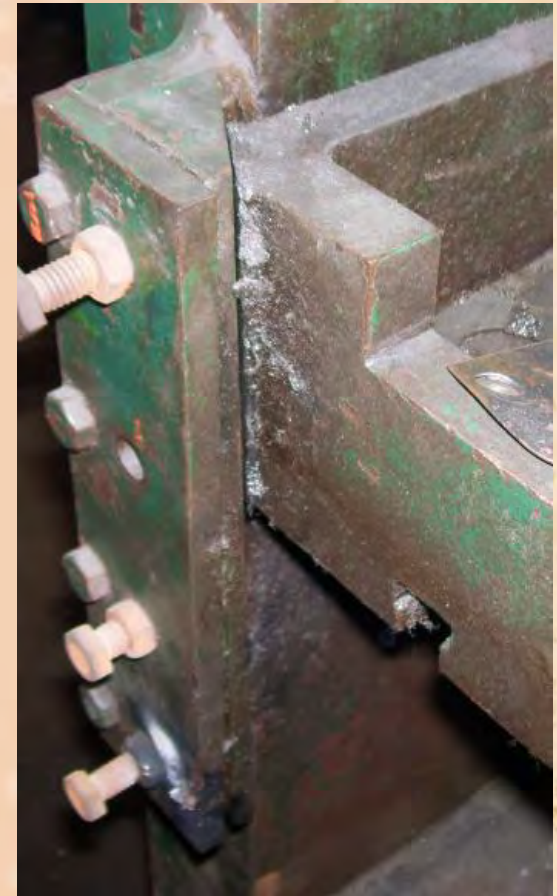
Berdasarkan kegunaannya dibagi:

- Proses sheet metal forming
- Proses blanking
- Proses solid forming, seperti forging dan ekstrusi
- Stretching dan stamping

## BAGIAN MESIN PRESS



## TINJAUAN PUSTAKA



**Gib (pengarah)**



# TEORI KEGAGALAN

➤ Teori Tegangan Normal Maksimum

$$\sigma_t \text{ maksimum} \leq \frac{S_{yt}}{N}$$

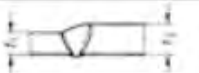
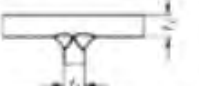
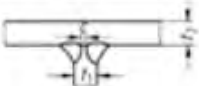
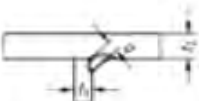
➤ Teori Tegangan Geser Maksimum

$$\tau \text{ maksimum} \leq \frac{\tau_{ys}}{N}$$

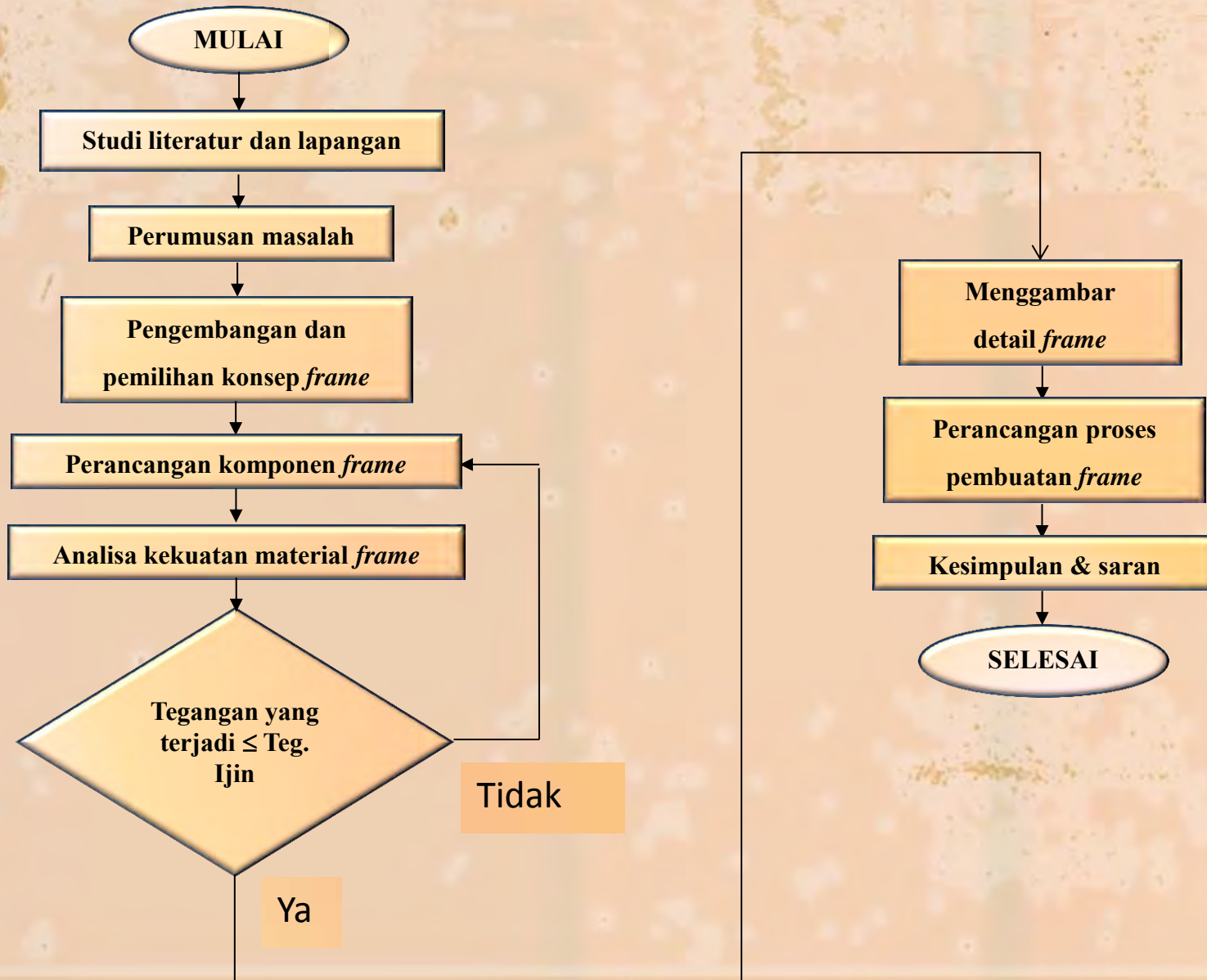
➤ Teori Distorsi Energi Maksimum

$$S_y \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

## SAMBUNGAN LAS

No.	Jenis Kampuh	Gambar	Tinggi kampuh (a) dan panjang kampuh (l)
1.	Kampuh temu (butt)		$a = t_1$ , jika $t_1 < t_2$
2.	Kampuh HV-ganda (K)		$a = t_1$
3.	Kampuh HY-ganda (K dengan leher)		$a = t_1$ $c \begin{cases} \leq \frac{t_1}{5} \\ \leq 3 \text{ mm} \end{cases}$
4.	Kampuh sudut (fillet)		Tinggi kampuh a adalah tinggi dari segitiga sama kaki. Untuk aluminium: $a \leq 0,7 \cdot t_1$ Kampuh satu sisi: $a_{\text{max}} = 0,7 \cdot t_1$ Kampuh ganda: $a_{\text{max}} = 0,5 \cdot t_1$ Dimana: $a_{\text{min}} = \sqrt{t_{\text{max}}} - 0,5 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$

## DIAGRAM ALIR PERANCANGAN



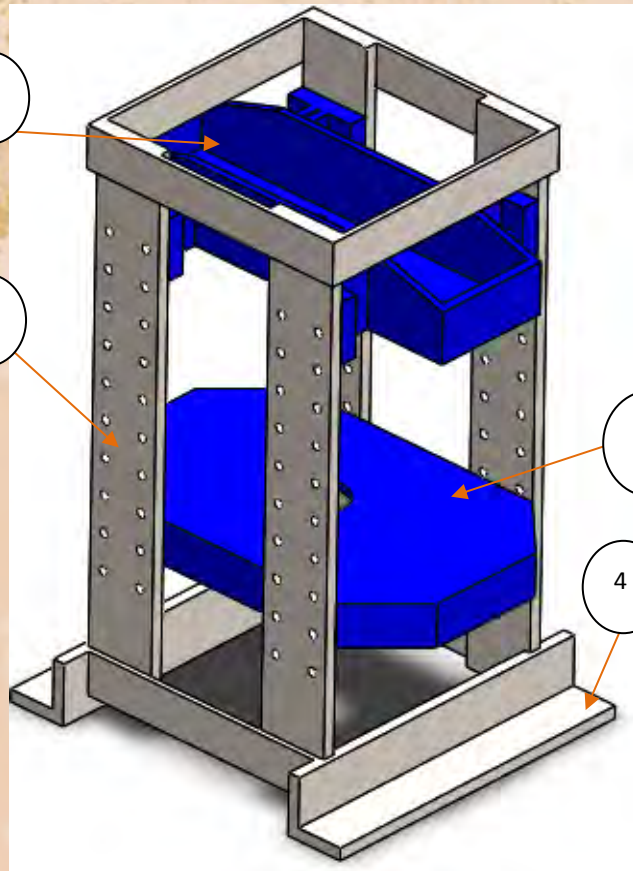
# DAFTAR KEBUTUHAN

No.	Kriteria	Uraian Kebutuhan	Syarat/Harapan
1	Fleksibilitas posisi <i>bed</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posisi <i>bed</i> bisa dinaik-turunkan</li> <li>Pengaturan posisi <i>bed</i> tidak membutuhkan alat bantu</li> </ul>	Harapan Harapan
2	Biaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga material tidak tinggi</li> <li>Biaya pembuatan tidak tinggi</li> </ul>	Harapan Harapan
3	Aksesibilitas operator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benda kerja dapat diakses operator dengan mudah dari sisi depan</li> <li>Benda kerja dapat diakses dari sisi depan maupun samping</li> </ul>	Syarat Harapan
4	Kekuatan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuat menahan beban press maksimum sebesar 15 ton</li> <li>Defleksi pada <i>bed</i> dan dudukan aktuator kecil</li> </ul>	Syarat Syarat
5	Proses Manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat dibuat dengan proses manufaktur konvensional</li> </ul>	Syarat
6	Berat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudah diangkat dan dipindahkan</li> </ul>	Harapan
7	Pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudah dipelihara</li> <li>Mudah diperbaiki tanpa membutuhkan <i>special tools</i></li> </ul>	Syarat Harapan



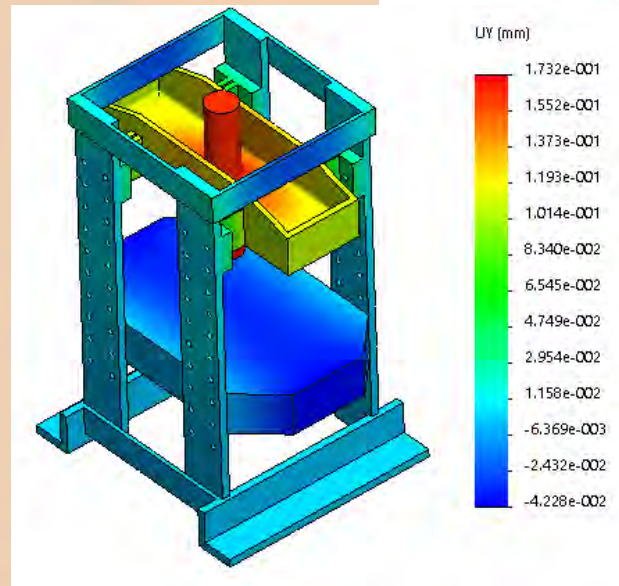
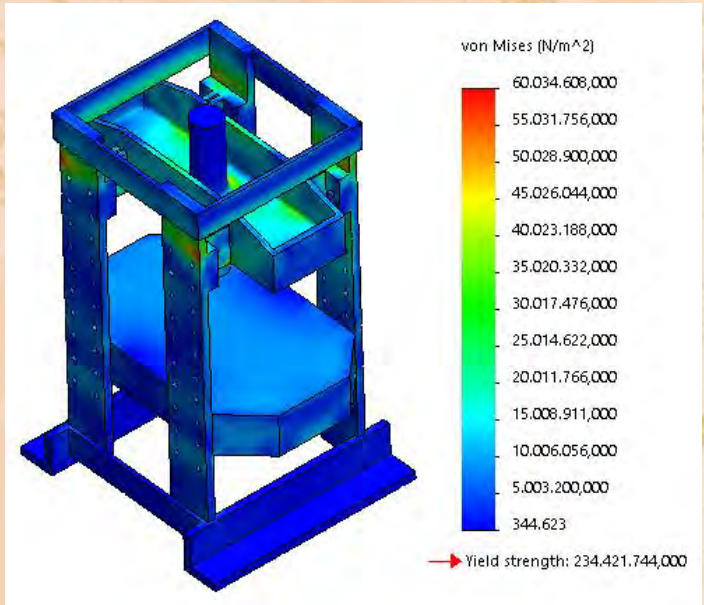
# KONSEP ALTERNATIF 1

## Simulasi Tegangan



Keterangan gambar :

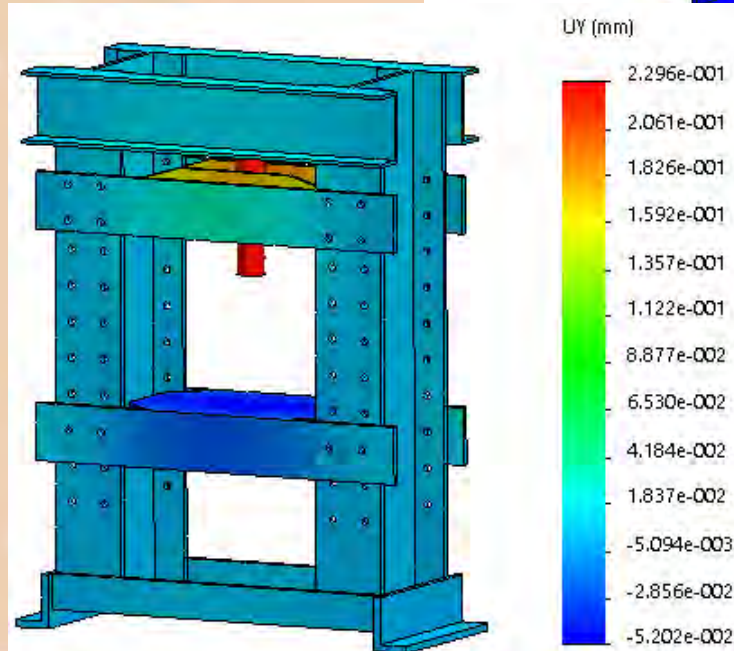
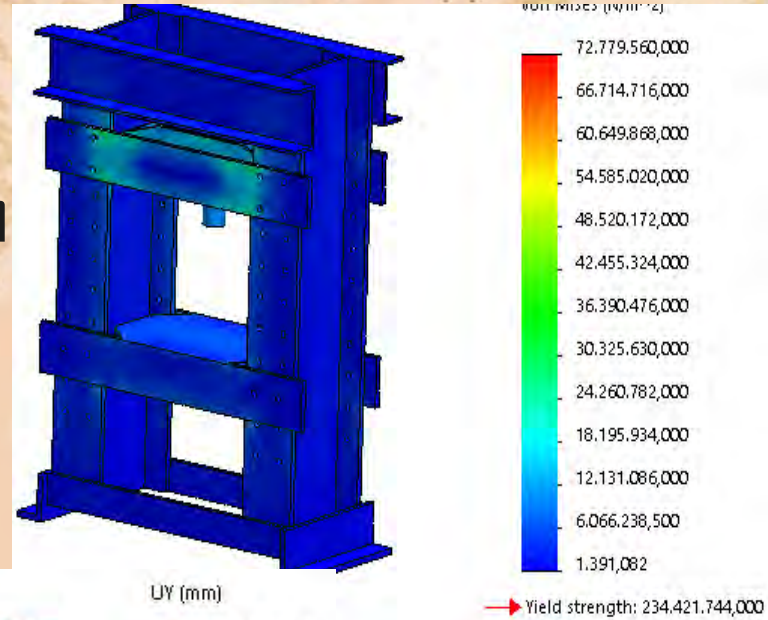
1. Meja kerja (*bed*)
2. Dudukan aktuator
3. Pilar
4. Kaki



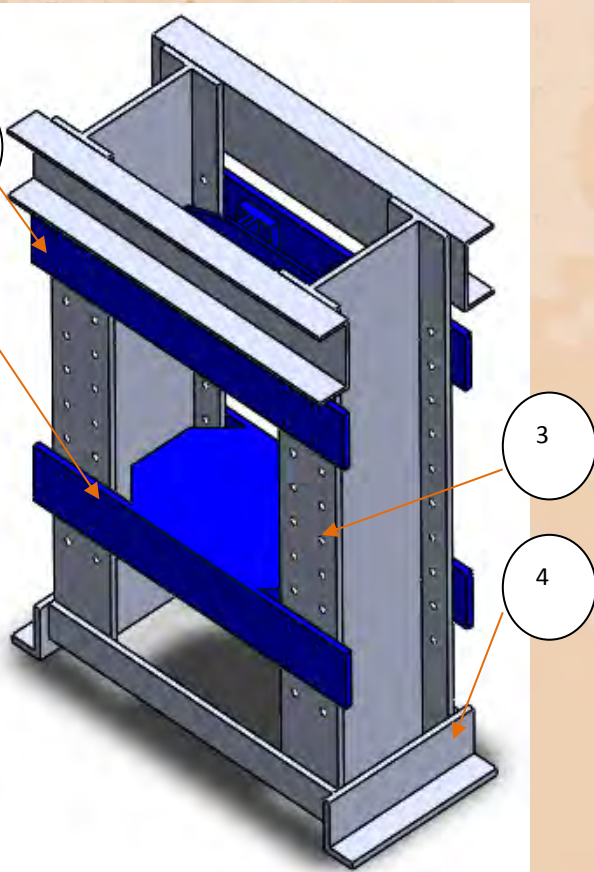
## Simulasi Defleksi

# KONSEP ALTERNATIF 2

## Simulasi Tegangan



## Simulasi Defleksi



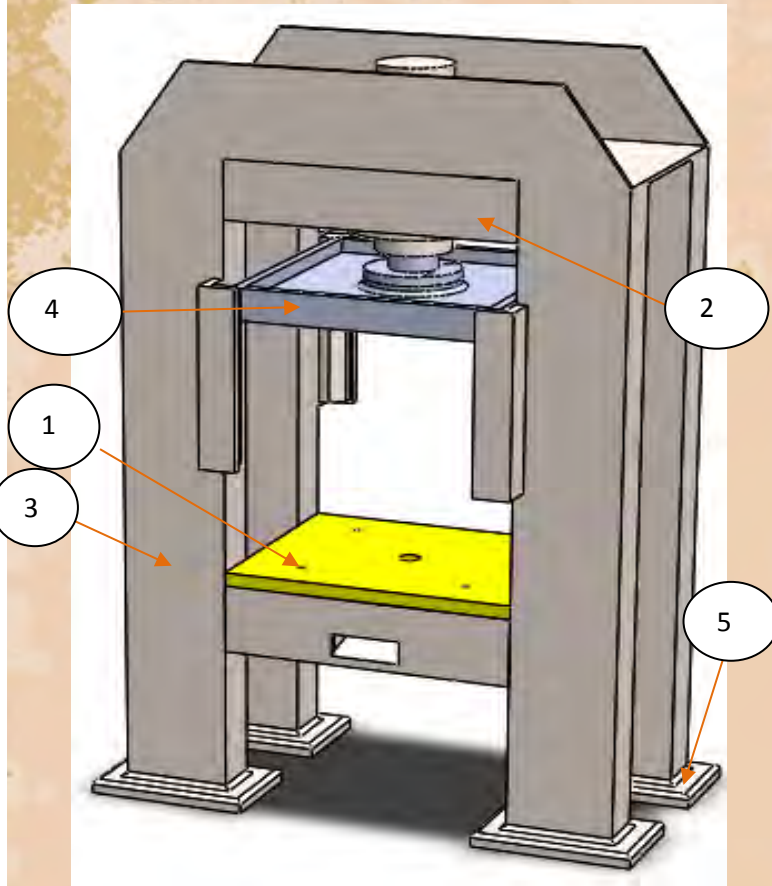
Keterangan gambar :

1. Meja kerja (*bed*)
2. Dudukan aktuator
3. Pilar
4. Kaki

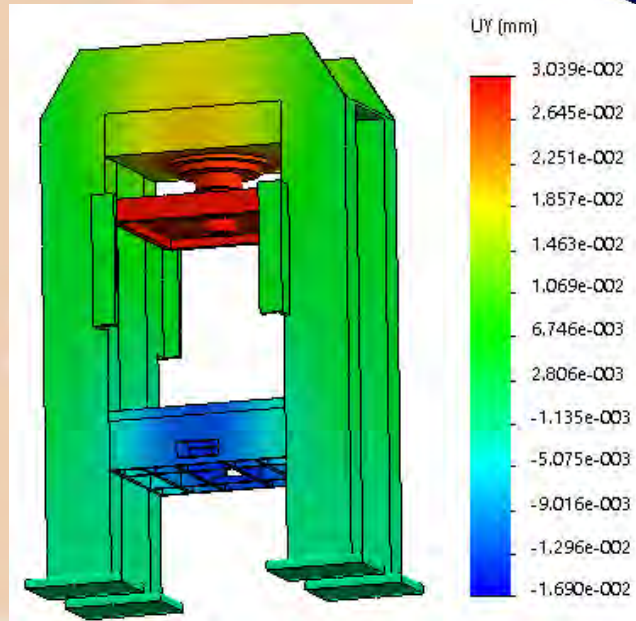
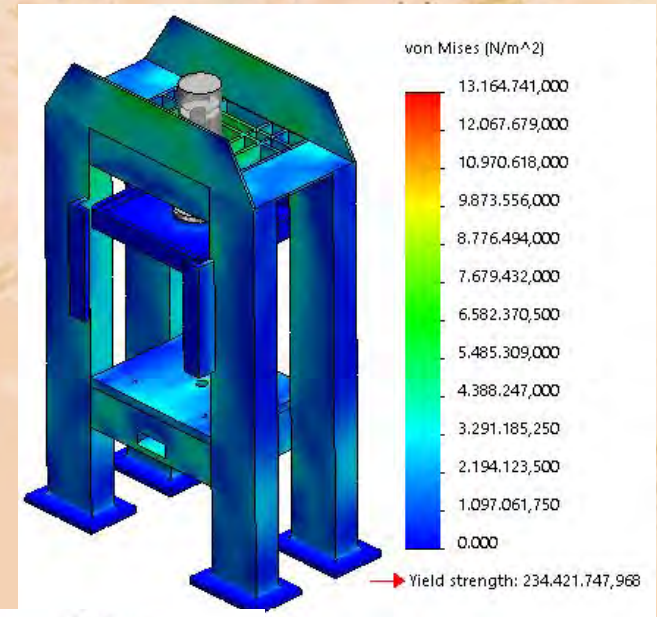


# KONSEP ALTERNATIF 3

## Simulasi Tegangan



Keterangan gambar :  
1. Meja kerja (*bed*)  
2. Dudukan aktuator  
3. Pilar  
4. Ram  
5. Kaki



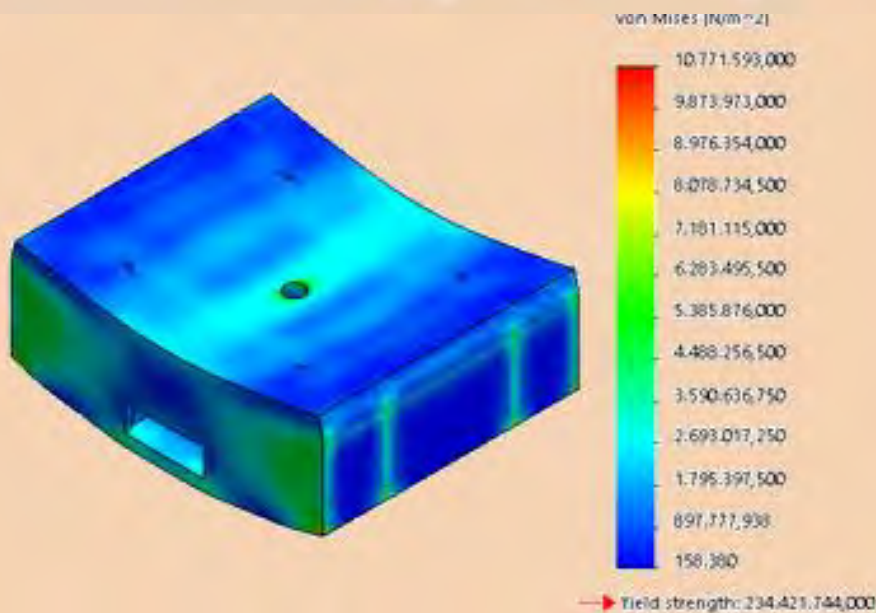
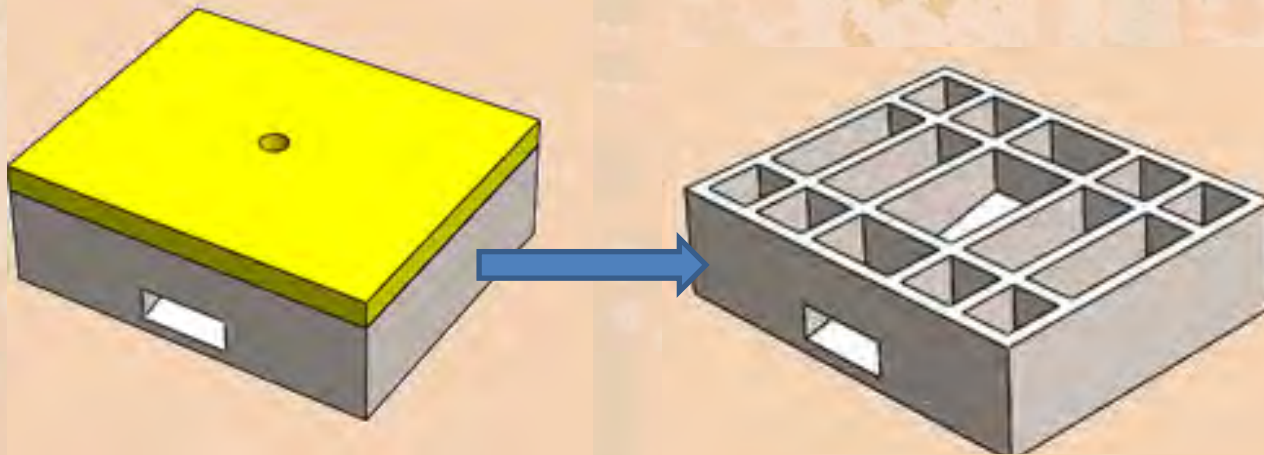
## Simulasi Defleksi

# PEMILIHAN KONSEP

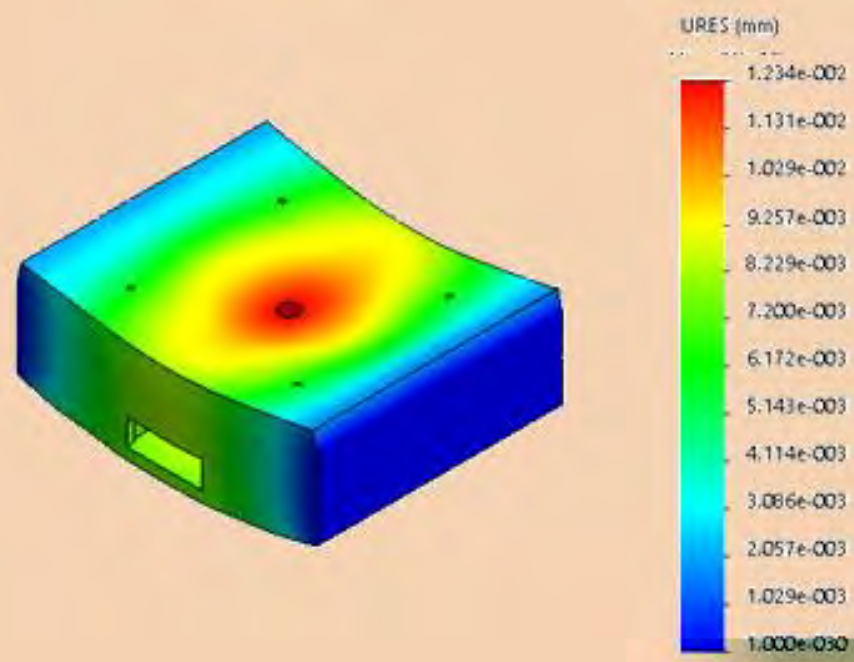
Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Fleksibilitas posisi <i>bed</i>	Ketinggian <i>bed</i> mudah diatur karena menggunakan pasak	Ketinggian bed bisa diatur tetapi tidak praktis karena menggunakan baut	Ketinggian bed tidak dapat diatur
Biaya Material	Biaya material lebih rendah karena jumlah baja yang digunakan lebih sedikit	Biaya material lebih tinggi karena jumlah baja yang digunakan lebih banyak	Biaya material sangat tinggi karena jumlah baja yang digunakan lebih banyak
Aksesibilitas operator	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.	Benda kerja hanya dapat diakses oleh operator dari sisi depan dan belakang	Benda kerja dapat diakses oleh operator dari sisi depan, belakang, kanan, dan kiri.
Kekakuan konstruksi	Defleksi maksimum sebesar 0,173 mm	Defleksi Maksimum sebesar 0,229 mm	Defleksi Maksimum sebesar 0,0304 mm
Kemudahan proses manufaktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan mudah dilakukan</li> <li>Diperlukan pemotongan plat menjadi beberapa bagian untuk dijadikan pilar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pembuatan lubang dudukan membutuhkan kepresisian yang lebih tinggi</li> <li>Pembuatan pilar tidak membutuhkan banyak langkah pemotongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak membutuhkan proses pembuatan lubang</li> <li>Pembuatan pilar tidak membutuhkan banyak langkah pemotongan</li> </ul>



# PERANCANGAN BED



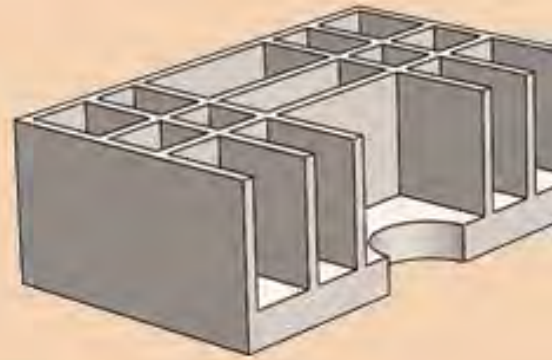
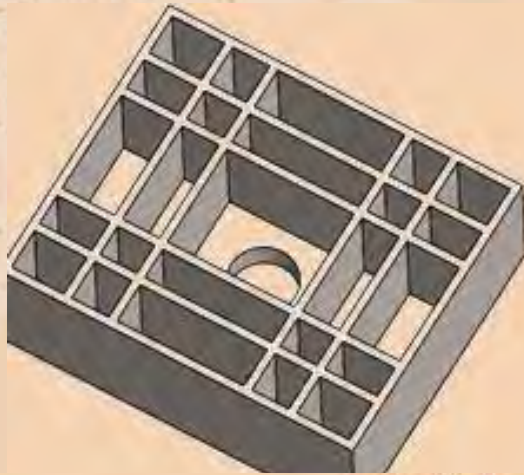
Simulasi Tegangan



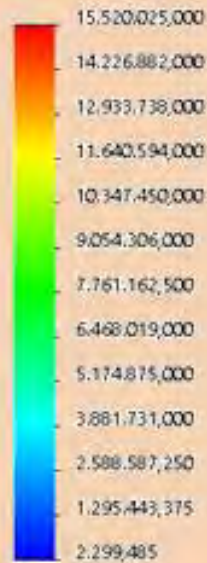
Simulasi Defleksi



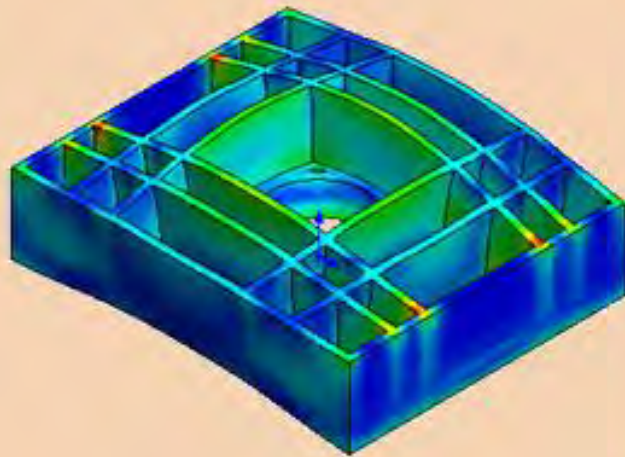
# PERANCANGAN DUDUKAN AKTUATOR



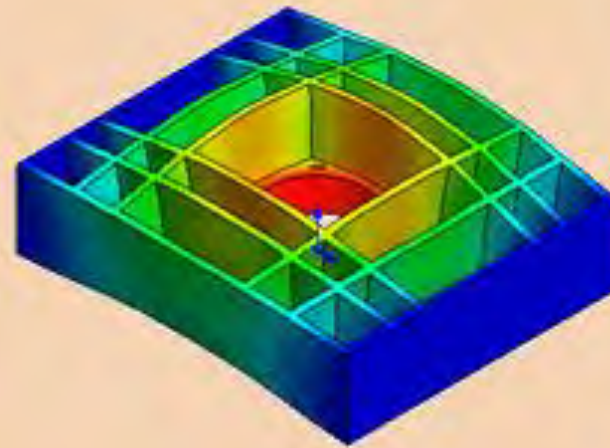
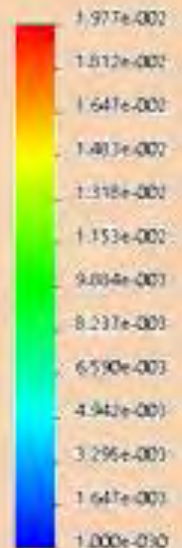
von Mises (N/m<sup>2</sup>)



→ Yield strength: 234,421,74



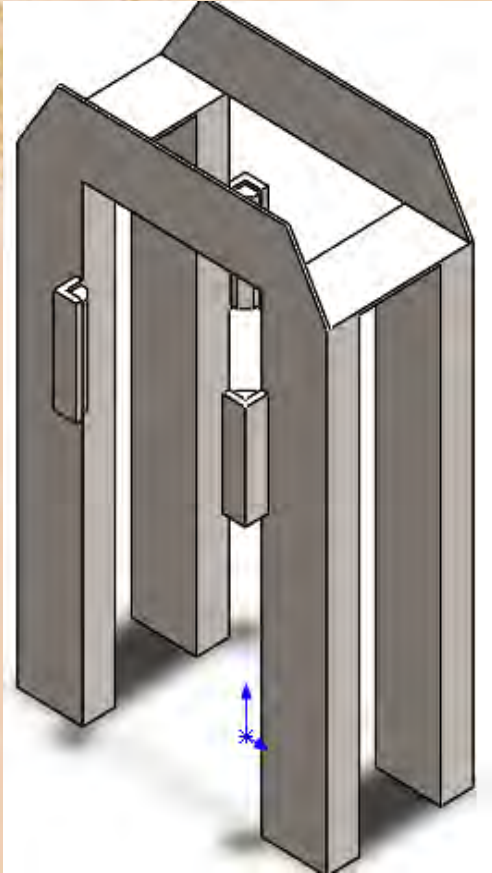
URES (mm)



Simulasi Tegangan

Simulasi Defleksi

# PERANCANGAN PILAR



## **Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 1**

$$\begin{aligned} h_1 &= \text{Ketinggian dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan punch} + \text{Tinggi cup} \\ &= 166,5 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + 71 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \\ &= 527,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

## **Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 2**

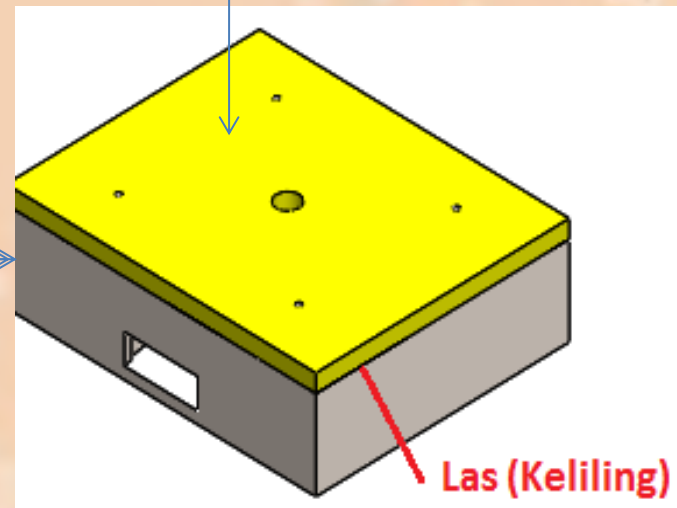
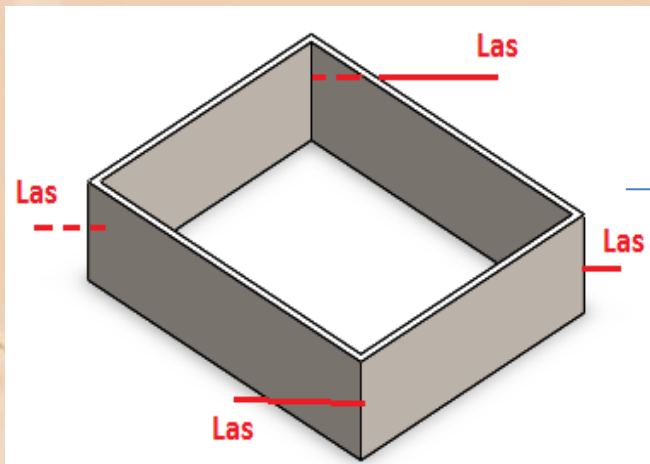
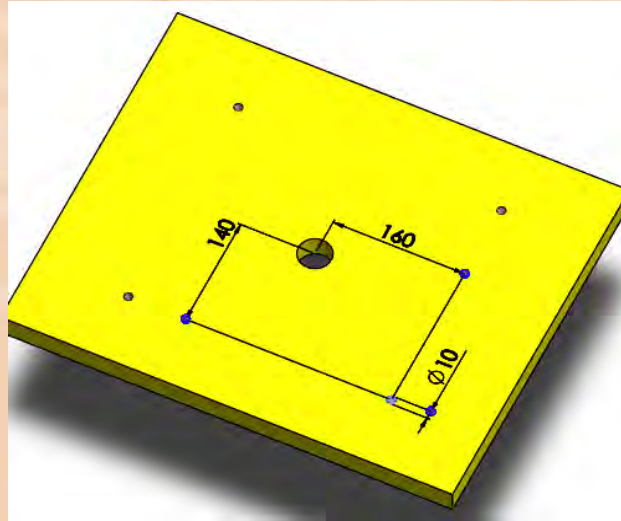
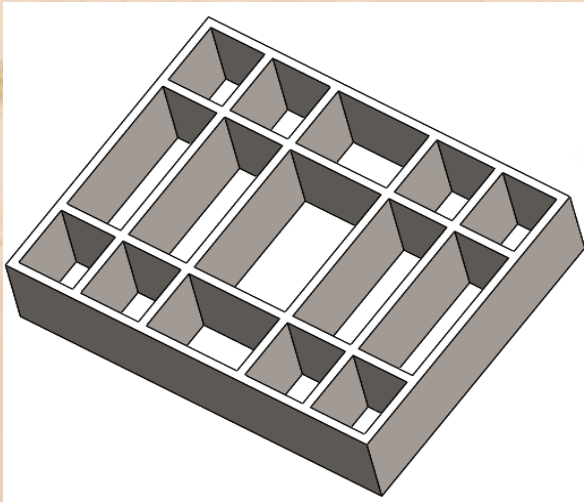
$$\begin{aligned} h_2 &= \text{Ketinggian dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan punch} + \text{Tinggi cup} \\ &= 136,5 \text{ mm} + 220 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 75 \text{ mm} \\ &= 495 \text{ mm} \end{aligned}$$

## **Perhitungan ketinggian ruang kerja proses ironing 3**

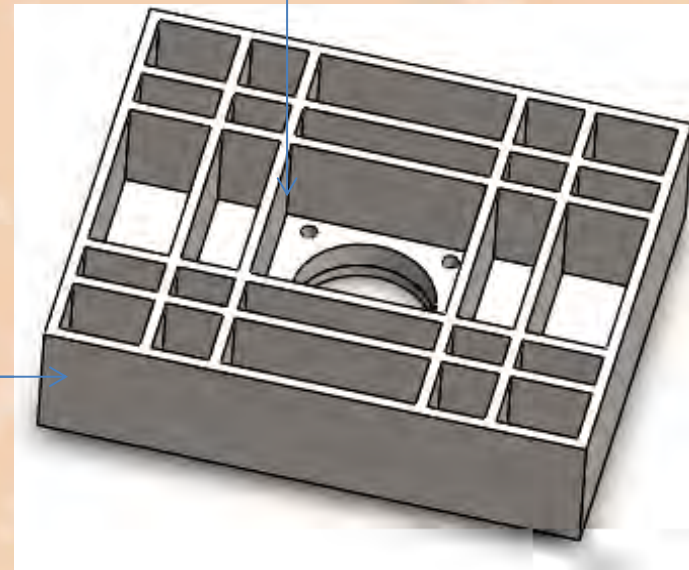
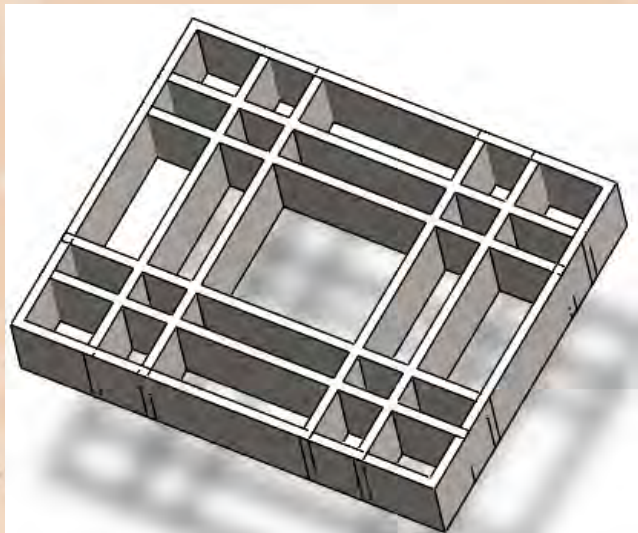
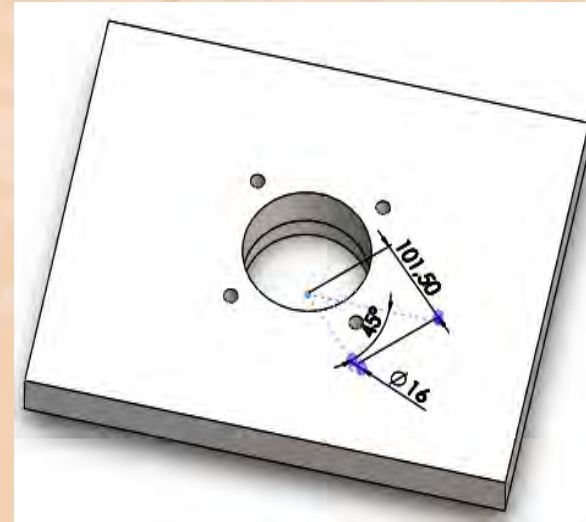
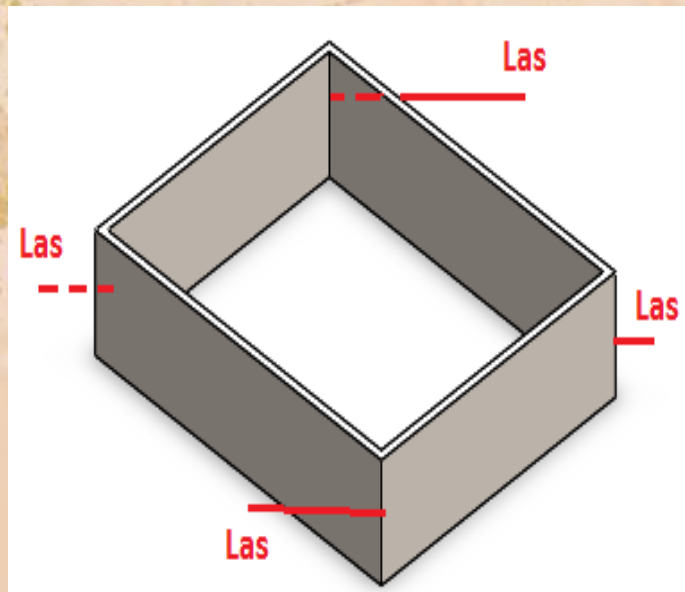
$$\begin{aligned} h_3 &= \text{Ketinggian dies} + \text{Tinggi punch} + \text{Tinggi dudukan punch} + \text{Tinggi cup} \\ &= 167 \text{ mm} + 199 \text{ mm} + 63,5 \text{ mm} + 100 \text{ mm} \\ &= 529,5 \text{ mm} \end{aligned}$$



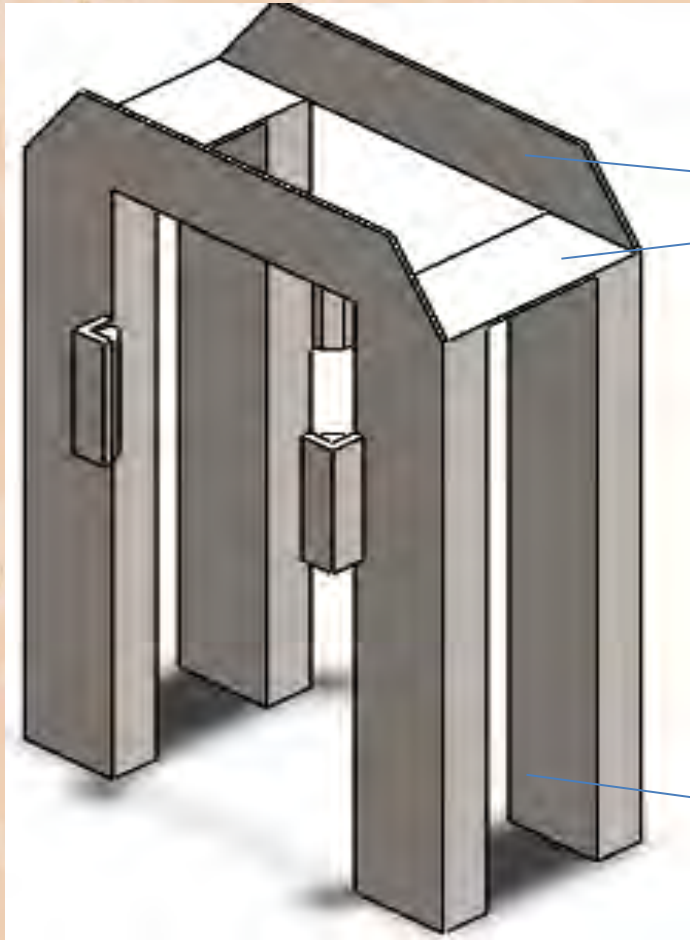
# PROSES MANUFAKTUR BED



# PROSES MANUFAKTUR DUDUKAN AKTUATOR

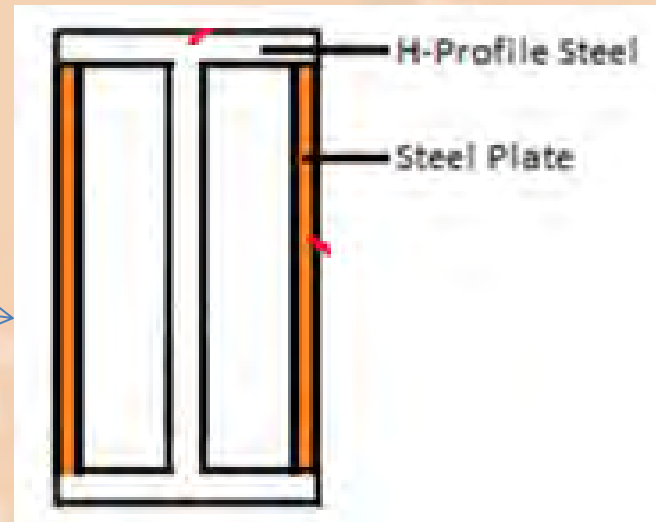


# PROSES MANUFAKTUR PILAR



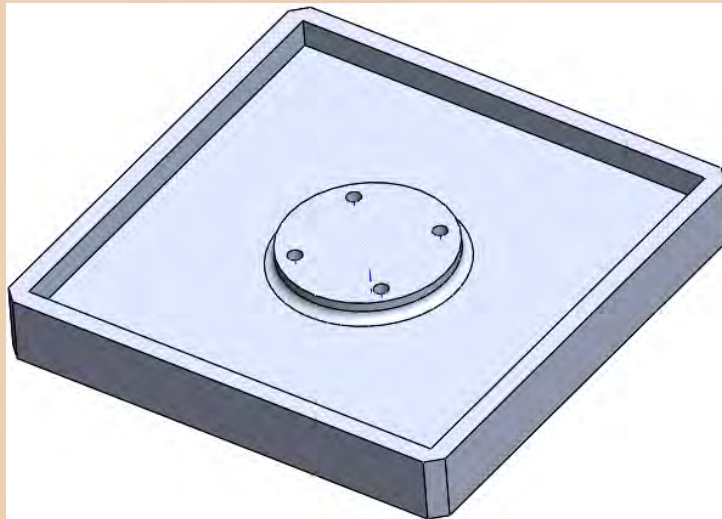
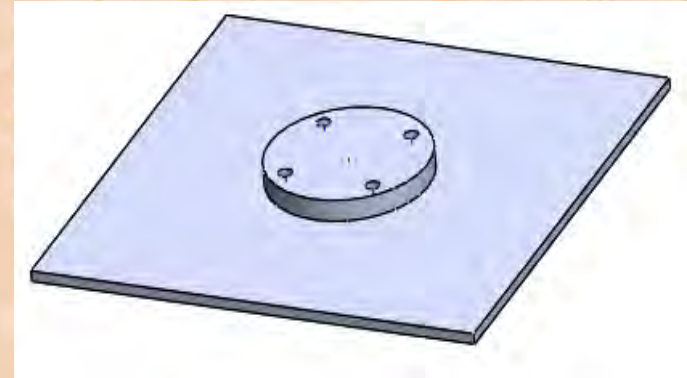
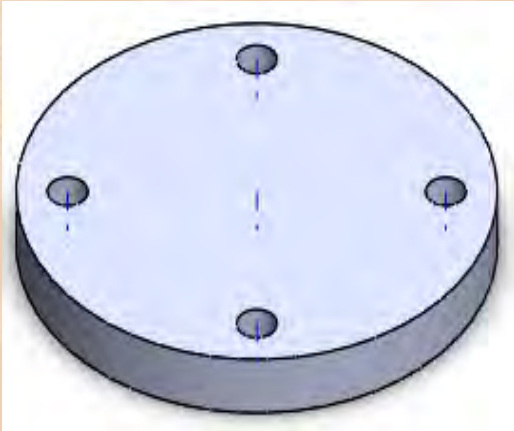
Penghubung  
kolom

Kolom

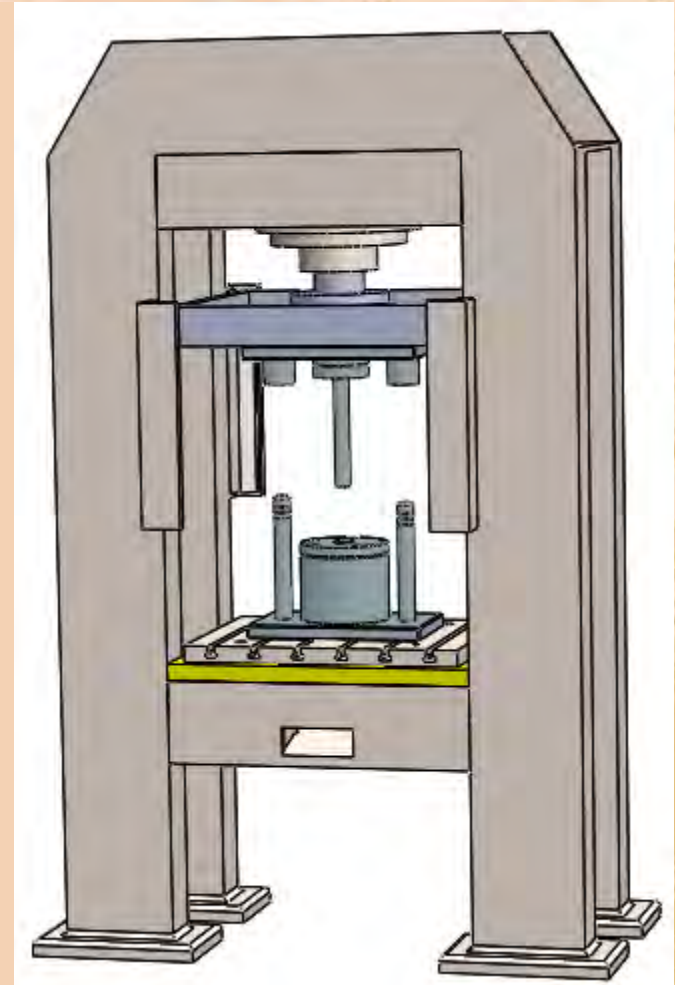
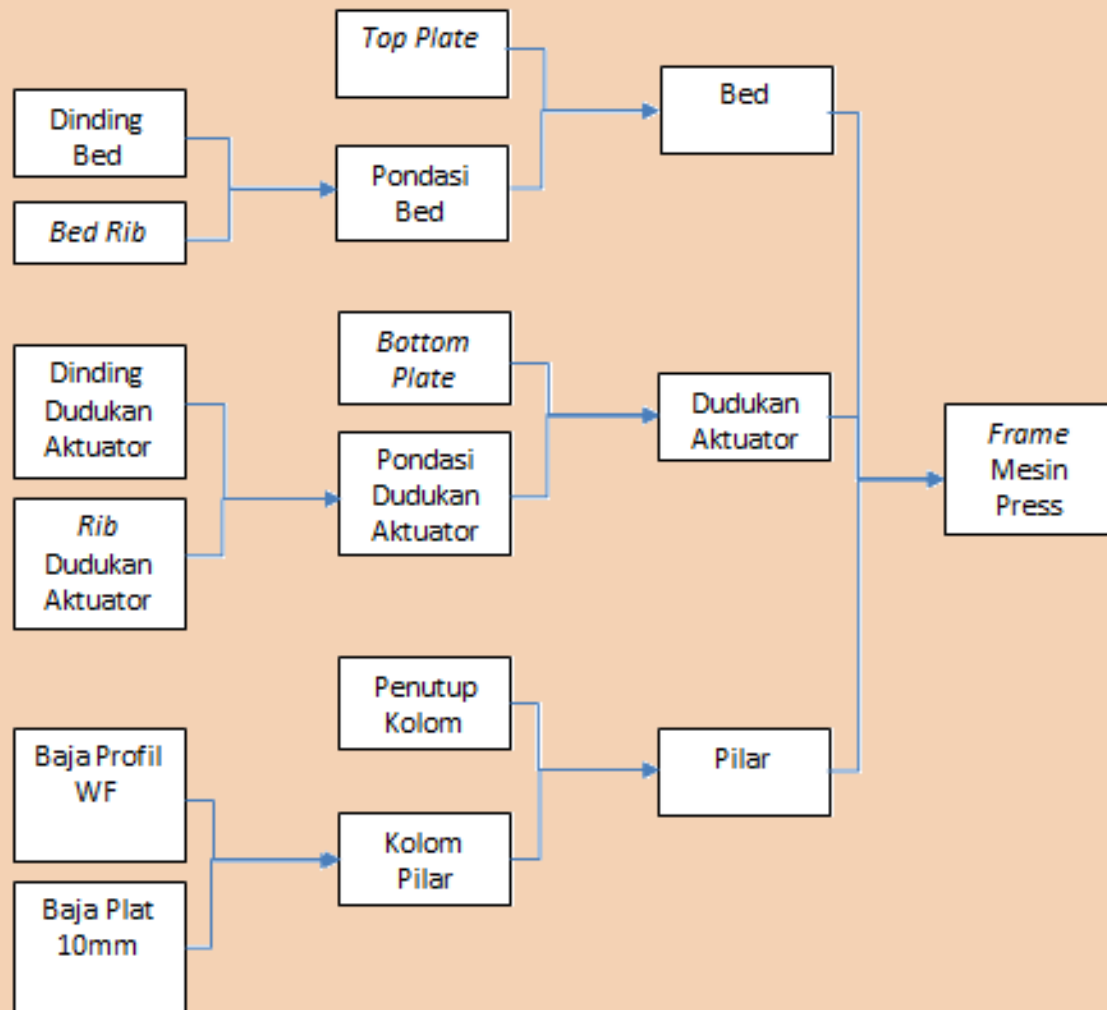




# PROSES PEMBUATAN RAM



# DIAGRAM PERAKITAN



## KESIMPULAN

1. Dari tiga konsep alternatif, dipilih konsep yang paling memenuhi persyaratan, yaitu frame dengan spesifikasi:
  - Penampang meintang pilar : Persegi
  - Dimensi total : *1050mm x 590mm x 1637mm*  
(panjang x lebar x tinggi)
  - Tebal bed : 30 mm
  - Tebal dudukan aktuator : 30 mm
2. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar **13,1 MPa** pada bagian dudukan aktuator. Diperoleh faktor keamanan **17,7** dan berada di atas faktor keamanan perancangan (**3**). Defleksi meksimum yang terjadi pada bed **0,0123 mm**, dan berada di bawah batas yang diijinkan sebesar **0,068 mm**.. Perancangan dinyatakan aman dan memenuhi syarat.
3. Proses pembuatan frame dilakukan dalam 4 tahap, yaitu proses pembuatan bed, proses pembuatan dudukan aktuator, proses pembuatan pilar, dan proses penyambungan komponen. Material yang digunakan dalam proses pembuatan ini adalah baja St37 dengan bentuk profil WF dengan standar ukuran 200 mm x 100 mm dan bentuk plat dengan ketebalan 10mm dan 30mm. Proses machining dilakukan dengan mesin milling, sedangkan proses penyambungan dilakukan dengan pengelasan.





# TERIMA KASIH

Mohon Saran dan Kritik untuk kelancaran  
Tugas Akhir ini